VISIT…

В. Г. ГОЛОВЕШКИН
И
В. В. МУРАШКО

=ТЕЛЕГРАФНОЕ ДЕЛО=

ИНЖЕНЕР-ПОДПОЛКОВНИК
ГОЛОВЕШКИН В. Г.

ПОЛКОВНИК
МУРАШКО В. В.

ТЕЛЕГРАФНОЕ ДЕЛО

ПОСОБИЕ ДЛЯ СЕРЖАНТОВ И СТАРШИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ВОЙСК СВЯЗИ

Scan: Андрей Мятишкин

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ СОЮЗА ССР

Москва — 1947

Инженер-подполковник **Головешкин В. Г.**
и полковник **Мурашко В. В.**

ТЕЛЕГРАФНОЕ ДЕЛО

ПОСОБИЕ ДЛЯ СЕРЖАНТОВ
И СТАРШИХ СПЕЦИАЛИСТОВ
ВОЙСК СВЯЗИ

В пособии даны основные понятия из электротехники, необходимые сержанту для понимания сущности действия телеграфной аппаратуры, подробно описаны основные телеграфные аппараты (Морзе, СТ-35), телеграфные коммутаторы и рассмотрены физические процессы, происходящие в них. В конце книги изложены вопросы оборудования военно-телеграфных станций и освещена служба эксплоатации телеграфных средств (измерения, испытания проводов, эксплоатационная служба на ВТС).

Пособие одобрено Управлением боевой подготовки войск связи Сухопутных войск.

Главы I—X и XII—XVI разработаны инженер-подполковником Головешкиным, глава XI—полковником Мурашко.

ВВЕДЕНИЕ

До появления телеграфа для быстрейшей передачи сообщений пользовались семафорами. Семафор представлял собой набор линеек, управление которыми производилось при помощи рычагов, блоков и шнуров. Каждой букве алфавита или цифре соответствовало определённое положение линеек. Линейки семафора помещались на вершине башни или мачты, которые устанавливались на возвышенных местах на расстоянии 10—15 *км* одна от другой, образуя своеобразную телеграфную линию. Передача сообщений начиналась на одном из оконечных семафоров и повторялась от одного к другому всеми промежуточными, пока в пункте расположения второго оконечного семафора не записывали принятое сообщение. Однако передача сообщения по такому семафорному телеграфу происходила очень медленно, а в ночное время и в случаях плохой видимости вовсе прекращалась. Практическая пропускная способность «семафорных телеграфов» была очень мала, а оборудование таких «телеграфных линий» сложно, и они, естественно, не получили широкого распространения.

Бурное развитие телеграф получил после открытия (в первой половине XIX века) явлений электромагнетизма.

Первый в мире электромагнитный телеграфный аппарат был построен в 1832 г. русским изобретателем Павлом Львовичем Шиллингом и тогда же применялся для телеграфной связи в России.

В 1837 г. Самуил Морзе предложил пишущий телеграфный аппарат и специальную телеграфную азбуку (код) для работы на нём. По коду Морзе каждая буква и цифра передавались и записывались на телеграфную ленту особыми знаками, состоящими из сочетаний точек и тире.

Аппарат и код получили название по имени изобретателя.

Аппарат Морзе после некоторых переделок и усовершенствований оказался настолько удобным и практичным, что не только получил большое распространение во всех странах, но и в настоящее время применяется в той или иной степени на всех телеграфных станциях.

В дальнейшем, при возросшей потребности в электрической связи, аппараты Морзе не могли удовлетворить требованиям, предъявляемым к телеграфной связи, вследствие недостаточной скорости обмена телеграмм и ряда других причин.

В результате появились буквопечатающие аппараты, имеющие большие преимущества перед аппаратом Морзе.

Первый буквопечатающий телеграфный аппарат был изобретен русским академиком Якоби в 1850 г., а в 1855 г. предложил конструкцию буквопечатающего аппарата Юз. Аппараты Якоби и Юза записывали знаки не в виде точек и тире, как аппарат Морзе, а непосредственно буквами или цифрами, т. е. на ленте получались оттиски общепринятых букв, цифр и других знаков. Кроме того, производительность аппаратов была в два-три раза больше, чем аппарата Морзе.

Затем последовательно появляются автоматический аппарат Уитстона — в 1867 г., многократный телеграфный аппарат Бодо — в 1874 г. — и, наконец, в двадцатых годах XX столетия были изобретены и получили широкое применение так называемые старт-стопные аппараты, одним из представителей которых является наш аппарат СТ-35.

В аппарате Уитстона проблема увеличения пропускной способности была разрешена за счёт исключения ручной передачи и введения автоматической. На специальном приборе — перфораторе — вручную заготовлялась лента с текстом телеграммы — каждая буква или цифра на ленте выражалась комбинацией отверстий в соответствии с кодом Морзе. Затем такая перфорированная лента пропускалась через передатчик, который автоматически — с большой скоростью и без участия телеграфиста — передавал текст в линию. На приёмной станции запись текста производилась, так же как и на аппарате Морзе, в виде точек и тире, что было большим недостатком этого аппарата. Однако автоматическая передача повысила пропускную способность телеграфной связи в два-три раза.

Изобретатель буквопечатающего аппарата Бодо — инженер Эмиль Бодо — предложил подключать к проводу поочередно несколько (2—3) передатчиков. Бодо основывался на том, что прохождение передаваемого сигнала по проводу на принимающую станцию занимает очень незначительную часть времени. Следовательно, устроив передающую часть так, чтобы на некоторое время фиксировался (задерживался) набираемый телеграфистом сигнал, можно, применив специальное автоматическое устройство (распределитель), поочерёдно подключать провод к нескольким таким передатчикам. Иными словами, по одному проводу вместо одного телеграфного аппарата работают несколько передатчиков, и пропускная способность линии связи увеличивается в несколько раз. На приёмном аппарате соответственно распределитель подключает поочерёдно несколько приёмников. Метод, предложенный Бодо, получил название многократного телеграфирования, а аппарат Бодо называется многократным. Необходимо отметить, что аппарат Бодо довольно громоздок, имеет сложную электрическую схему и механическую часть и требует технически грамотного обслуживания, а поэтому аппараты Бодо применяются на крупных телеграфных станциях. В СССР аппарат Бодо принят как основной телеграфный аппарат.

Стартстопные аппараты представляют собой аппараты широкого пользования. Их главными преимуществами являются: простота электрической схемы, компактность, сравнительная лёгкость технического обслуживания. Благодаря этим качествам стартстопные аппараты получили в последние два десятилетия широкое распространение на небольших телеграфных станциях.

Дальнейшее развитие телеграфии шло по пути применения автоматики, переменных токов (частотное телеграфирование), изобретения аппаратов для передачи изображения (фототелеграф), применения специальных исправляющих и усиливающих промежуточных устройств (простые и регенеративные телеграфные трансляции) и, наконец, изобретения новой разновидности телеграфных систем — так называемых штриховых (буквозаписывающих) аппаратов.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

§ 1. ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА

Практическое применение электричество получило сравнительно недавно, когда были изобретены первые гальванические элементы и простейшие электромашины.

Несмотря на то, что электричество прочно входило в жизнь человека, природа его долгое время не была изучена и не существовало стройной теории, объясняющей электрические явления.

Только в начале XX века, после того, как была установлена делимость атома вещества, была создана электронная теория строения вещества, которая с достаточной полнотой объясняет электрические явления.

Согласно электронной теории строения вещества, атом вещества состоит из ядра, вокруг которого на различном удалении от ядра вращаются по замкнутым кривым элементарные частицы, называемые электронами.

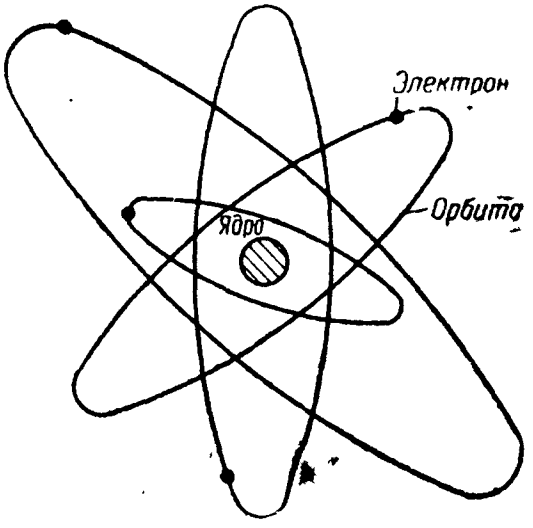


Рис. 1. Схема строения атома

Строение атома (рис. 1) можно сравнить с солнечной системой, в которой планеты вращаются по орбитам вокруг солнца; аналогично и электроны по своим орбитам вращаются вокруг ядра. Объём ядра значительно меньше объёма самого атома, но масса его значительно больше массы электронов. Вращающиеся вокруг ядра электроны образуют как бы оболочку вокруг него, называемую электронной оболочкой. Электроны атомов всех веществ совершенно одинаковы.

Ядро атома состоит из протонов и нейтронов[1]. Протоны и нейтроны ядра образуют очень устойчивую систему, разрушение которой представляет большие трудности. Природа сил, связывающих протоны и нейтроны в ядре, до сих пор ещё недостаточно выяснена и является предметом изучения.

Электроны и протоны обладают электрическими зарядами: электроны отрицательными (—), а протоны — положительными (+). Нейтроны электрических зарядов не имеют. Число электронов и протонов в одном атоме вещества и их взаимное расположение одинаковы для всех атомов данного вещества и определяют его химические и физические свойства.

Самым простым по своей структуре является атом водорода (рис. 2). Он состоит из ядра, вокруг которого вращается по некоторой эллиптической кривой один электрон. Масса электрона равна $9{,}035 \cdot 10^{-28}$ *г* и составляет $\frac{1}{1838}$ часть массы всего атома водорода.

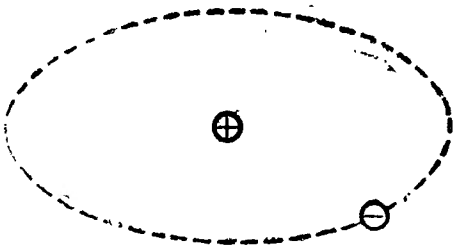


Рис. 2. Схема строения атома водорода

Количество протонов и нейтронов в ядре атома и электронов вокруг него у различных веществ различно.

Количество электронов в атоме равно количеству протонов его ядра, а так как отрицательный заряд электрона по абсолютной величине равен положительному заряду протона, то, следовательно, атом вещества нейтрален (суммарный положительный заряд ядра уравновешивается суммарным отрицательным зарядом электронов). Нейтральное состояние атома может быть нарушено, так как связь электронов с ядром не у всех атомов одинакова: у одних веществ эта связь прочная, у других более слабая.

Нарушение нейтрального состояния атома происходит в процессе непрерывного движения атомов, свойственного каждому веществу. В жидких и газообразных веществах это движение беспорядочное, в твёрдых более ограниченное — колебательное. Во всех телах оно связано с температурой нагрева тела: чем выше температура тела, тем интенсивнее движение атомов.

В процессе движения атомы тела сталкиваются между собой, в результате чего может нарушиться внутриатомная связь электронов с ядром и произойти отрыв одного или нескольких электронов. Оторвавшиеся от атома электроны, называемые свободными, передвигаясь в междуатомном пространстве, могут, также в результате столкновений, захватываться другими атомами, теряющими свои электроны.

---

[1] В действительности ядро атома более сложного строения и ещё является вопросом, изучаемым наукой, существование же протонов и нейтронов установлено.

Появление свободных электронов в теле и захват их атомами происходит непрерывно, число свободных электронов возрастает по мере увеличения интенсивности движения атомов, но тело продолжает оставаться нейтральным, так как общее число электронов и протонов в теле не меняется.

Если же из тела каким-либо путём удалить часть свободных электронов или добавить телу некоторое количество свободных электронов, то тело оказывается заряженным, так как нарушается соотношение электронов и протонов.

При недостатке электронов тело оказывается заряженным положительно, при избытке электронов — отрицательно.

Опытами установлено, что заряженные тела определённым образом взаимодействуют между собой: заряженные одноимённо отталкиваются, заряженные разноимённо — притягиваются.

Силы взаимодействия между заряженными телами, по закону Кулона, прямо пропорциональны произведению зарядов и обратно пропорциональны квадрату расстояния между ними.

§ 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

Как уже упоминалось, строение атомов различных веществ неодинаково и прочность связи между электронами и ядрами атомов различных веществ различна.

В некоторых веществах эта связь так прочна, что в нормальных условиях электроны не могут оторваться от атома и находятся в связанном состоянии.

В ряде же веществ связь между ядром и электронами, вращающимися по внешним орбитам, наиболее удалённым от ядра, настолько слаба, что эти электроны могут легко отрываться от атома и переходить через междуатомное пространство в систему другого атома. Такие тела называются проводниками, например, металлы, сплавы металлов, технический уголь. Таким образом, в металлах имеются свободные электроны (временно освободившиеся от тесной связи с атомами), беспорядочно двигающиеся с большими скоростями в междуатомном пространстве от одного атома к другому.

Такое хаотическое движение свободных электронов находится в тесной связи с тепловым состоянием вещества и не сопровождается никакими внешними проявлениями, так как по всем направлениям в среднем переносятся одинаковые количества электронов, т. е. свободные электроны распределены в данном куске металла равномерно (рис. 3, *а*).

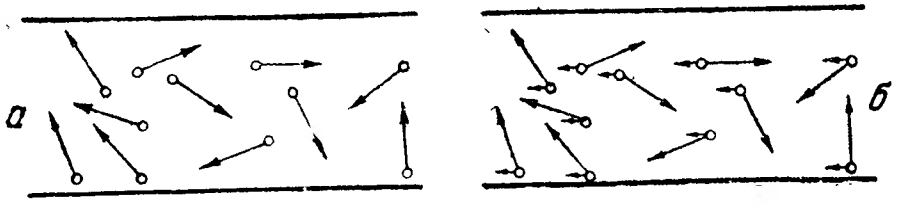


Рис. 3. Схема движения электронов в металле:
а — хаотическое движение; *б* — упорядоченное движение

Если на свободные электроны воздействовать какой-либо внешней направляющей силой, то их движение начинает принимать характер упорядоченного, т. е. при общей хаотичности движения электроны будут направляться в каком-то определённом направлении (рис. 3, *б*).

Упорядоченное движение электронов по проводнику называется электрическим током.

Причина или сила, вызывающая движение электронов (их поток или электрический ток), называется электродвижущей силой (ЭДС).

Назначение источников ЭДС состоит исключительно в том, чтобы привести в движение электроны, уже имеющиеся в проводниках, т. е. создать электрический ток, поэтому в практике принято источники ЭДС называть источниками тока. Скорость поступательного движения электронов при электрическом токе равна нескольким сантиметрам в секунду, а скорость распространения тока в цепи равна скорости распространения света (300 000 *км/сек*). Это кажущееся на первый взгляд несоответствие объясняется тем, что электроны передают скорость своего движения один другому вдоль всего проводника, подобно тому, как катящийся с небольшой скоростью бильярдный шар, ударяясь о крайний шар положенных в ряд шаров, почти моментально передаёт свою скорость движения шару, стоящему в конце ряда.

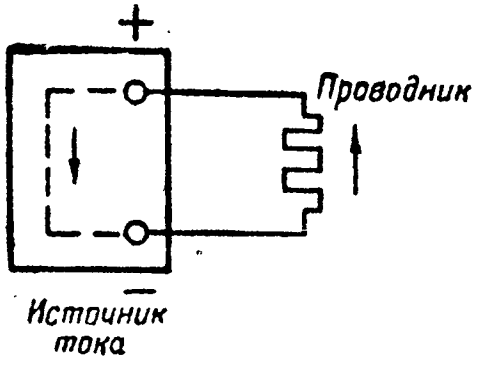


Рис. 4. Замкнутая электрическая цепь

Проводник и источник тока, подключаемый к нему, составляют замкнутую электрическую цепь — необходимое условие для получения электрического тока (рис. 4).

Движение электронов под действием ЭДС связано с взаимодействием зарядов, т. е. на концах источника тока, называемых полюсами, образуются заряды, которые заставляют электроны проводника двигаться от отрицательного полюса источника тока к положительному его полюсу. Внутри источника тока электроны движутся от положительного полюса к отрицательному и далее опять по проводнику. Часть замкнутой цепи, проходящая внутри источника тока, называется внутренней цепью, часть, подключаемая к источнику тока,— внешней цепью.

В практике принято считать направление электрического тока от плюса источника тока к минусу, т. е. в направлении, обратном движению электронов. Это правило было установлено до появления электронной теории (когда не знали о движении электронов) и, чтобы не менять установленных условных обозначений, оно сохранено и до настоящего времени.

§ 3. СИЛА ТОКА И ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ТОКА

В замкнутой электрической цепи за определенный промежуток времени в любом месте её через сечение проводника проходит одно и то же количество электронов. Чем большее количество электронов проходит за определённое время через поперечное сечение проводника, тем больше электрический ток в данной электрической цепи, и наоборот.

Количество электричества (суммарный заряд электронов), проходящее в одну секунду через поперечное сечение проводника, называется силой тока. О наличии тока и силе его судят по явлениям, сопровождающим прохождение тока по проводнику. Эти явления следующие:

1. Тепловое действие тока, выражающееся в нагревании проводника, которое можно наблюдать при свечении электролампочки, нагревании электропаяльника, плавлении предохранителя при повышении тока в цепи и т. п.

2. Магнитное действие тока, выражающееся в том, что вокруг проводника образуется магнитное поле, заставляющее поворачиваться магнитную стрелку, поднесённую к проводнику.

3. Химическое действие тока, проходящего через растворы кислот и солей, выражающееся в том, что ток разлагает их на составляющие элементы.

Для определения единицы силы тока воспользовались химическим действием тока: за единицу силы тока принимается такой ток, который, проходя через раствор азотнокислого серебра, выделяет из него 1,118 миллиграмма чистого серебра в течение одной секунды. Такая единица названа ампером и обозначается буквой *а*. Ток обозначается буквой *I*.

Не всегда удобно измерять ток в амперах, поэтому для измерения слабых токов пользуются единицами: миллиампером (*ма*) — 1000 *ма* = 1 *а* — и микроампером (*мка*) — 1000 *мка* = 1 *ма*.

Для измерения силы тока пользуются приборами: амперметрами и миллиамперметрами, которые включаются в разрыв цепи, как показано на рис. 5. Такое включение называется последовательным.

В зависимости от величины и направления электрический ток бывает постоянным и переменным. Постоянный ток с течением времени не изменяет ни своей величины, ни направления. Переменный ток с течением времени меняет и величину и направление.

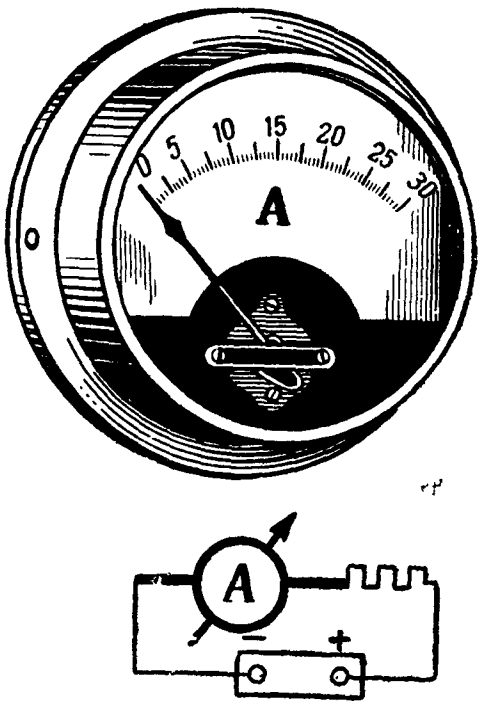


Рис. 5. Внешний вид и схематическое изображение включения амперметра в цепь

§ 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОДНИКА

Выше мы уже упоминали, что тела с прочной внутриатомной связью электронов с атомами не имеют свободных электронов и, следовательно, не могут проводить ток, т. е. являются непроводниками (изоляторами, диэлектриками). Но и тела, имеющие свободные электроны, являясь проводниками, не одинаково проводят электрический ток. Чем больше в проводнике свободных электронов, тем больше их будет передвигаться в проводнике под влиянием ЭДС, тем больше проводимость проводника и тем больше будет ток в проводнике.

Чем больше проводимость проводника, тем меньше его сопротивление электрическому току, и наоборот.

Величина сопротивления главным образом зависит от материала проводника; так, например, сопротивление меди в 7,5 раза меньше сопротивления железа.

Рис. 6. Схематическое изображение сопротивления

Сопротивление измеряется в единицах, называемых омами. Один ом — это сопротивление, оказываемое электрическому току столбиком ртути высотой 106,3 *см* с поперечным сечением в 1 *мм*^{2} при температуре 0° Цельсия. Сопротивление обозначают буквами R или r и на схемах изображают, как показано на рис. 6.

Для измерения больших сопротивлений применяют единицу, называемую мегом (*мгом*); 1 *мгом* = 1 000 000 *ом*. Для сравнения сопротивлений электрическому току различных материалов введено понятие об удельном сопротивлении проводников.

Удельные сопротивления некоторых материалов даны в табл. 1.

Таблица 1

Материалы	Удельное сопротивление, *ом*	Температурный коэфициент, α
Алюминий	0,029	0,0038
Свинец	0,2	
Железо	0,10—0,14	0,0045
Сталь	0,167—0,25	
Медь	0,0175	0,004
Латунь	0,08	
Никелин	0,40—0,44	0,00022
Ртуть	0,95	
Серебро	0,0164—0,0175	
Вольфрам	0,005	
Олово	0,012	
Нихром	1,0	
Фехраль	1,0	

Удельное сопротивление проводника — это сопротивление провода из данного материала длиной 1 *м* с площадью поперечного сечения 1 *мм*^{2} при температуре 20° Цельсия. Удельное сопротивление обозначается греческой буквой ρ (ро). Например, удельное сопротивление меди $\rho = 0{,}0175$ *ом*, т. е. медный провод длиной 1 *м* с площадью поперечного сечения 1 *мм*^{2} обладает сопротивлением в 0,0175 *ом*.

Сопротивление проводника зависит не только от свойств материала, но и от его геометрических размеров (длины и площади поперечного сечения) и температуры. Очевидно, что сопротивление проводника будет тем больше, чем длиннее проводник и чем меньше его поперечное сечение.

Обозначив через ρ удельное сопротивление проводника, l — длину проводника в метрах, S — площадь поперечного сечения проводника в квадратных миллиметрах, напишем зависимость сопротивления от ρ, l и S:

$$r = \rho \frac{l}{S}, \qquad (1)$$

т. е. сопротивление проводника прямо пропорционально его длине, обратно пропорционально площади поперечного сечения и зависит от материала, из которого сделан проводник. Влияние температуры на величину сопротивления проводника выражается в том, что сопротивление всех металлических проводников увеличивается с повышением температуры, а сопротивление угля и жидких проводников (растворов солей, кислот, щелочей) уменьшается.

Величина, на которую изменится сопротивление проводника с начальным сопротивлением в 1 *ом* при изменении его температуры на 1° С, называется температурным коэфициентом материала и обозначается буквой α (альфа).

Для всех чистых металлов $\alpha \approx 0{,}004$.

Сплавы металлов обладают более низкими температурными коэфициентами. В табл. 1 приведены данные температурных коэфициентов некоторых материалов.

В пределах небольших изменений температур общий прирост сопротивления какого-либо проводника можно определить по формуле

$$R_{t1} = R_t[1 + \alpha(t_1 - t)], \qquad (2)$$

где R_{t1} — сопротивление проводника при температуре t_1;
R_t — сопротивление проводника при температуре t, меньшей чем t_1;
α — температурный коэфициент, определяемый по таблице.

Пример. Определить сопротивление R_{30} медного провода при температуре $t_1 = 30°$ С, если его сопротивление R_{20} при температуре $t = 20°$ С составляло 100 *ом*. Коэфициент $\alpha = 0{,}004$.

По формуле (2) имеем:

$$R_{30} = R_{20}[1 + \alpha(t_1 - t)] = 100 + 100 \cdot 0{,}004 \cdot 10 = 100 + 4 = 104 \text{ ом}.$$

§ 5. ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА, НАПРЯЖЕНИЕ. ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ ЭДС И НАПРЯЖЕНИЯ

Причиной, вызывающей электрический ток в замкнутой цепи, является электродвижущая сила (ЭДС). Электродвижущая сила, имеющая неизменную величину, обозначается буквой E, а ЭДС, изменяющаяся в зависимости от времени, обозначается буквой e.

Электродвижущая сила может быть получена различными способами: химическим — при погружении двух разнородных проводников в электролит, т. е. в раствор кислоты, щёлочи или соли (гальванические элементы, аккумуляторы); динамическим — при движении проводника в магнитном поле (динамомашины); термическим — при помощи нагрева места соединения двух разнородных проводников (термопара).

Несмотря на различные способы получения ЭДС, физические процессы, которые вызываются электродвижущей силой, одни и те же и заключаются в следующем.

При действии источника тока его ЭДС нарушает равномерное распределение электронов, смещая их внутри источника от одного электрода к другому. В этом случае электрод, получивший избыток электронов, заряжается отрицательно и обозначается знаком «—» (минус), а электрод, отдавший часть электронов, оказывается заряженным положительно и обозначается знаком «+» (плюс). Некоторые источники тока и их обозначения на схемах показаны на рис. 7.

Таким образом, оба зажима источника тока оказываются под разными электрическими уровнями или, как говорят, имеют разные потенциалы. Эту разность потенциалов, называемую напряжением, создаёт и поддерживает ЭДС источника тока. При разомкнутой цепи

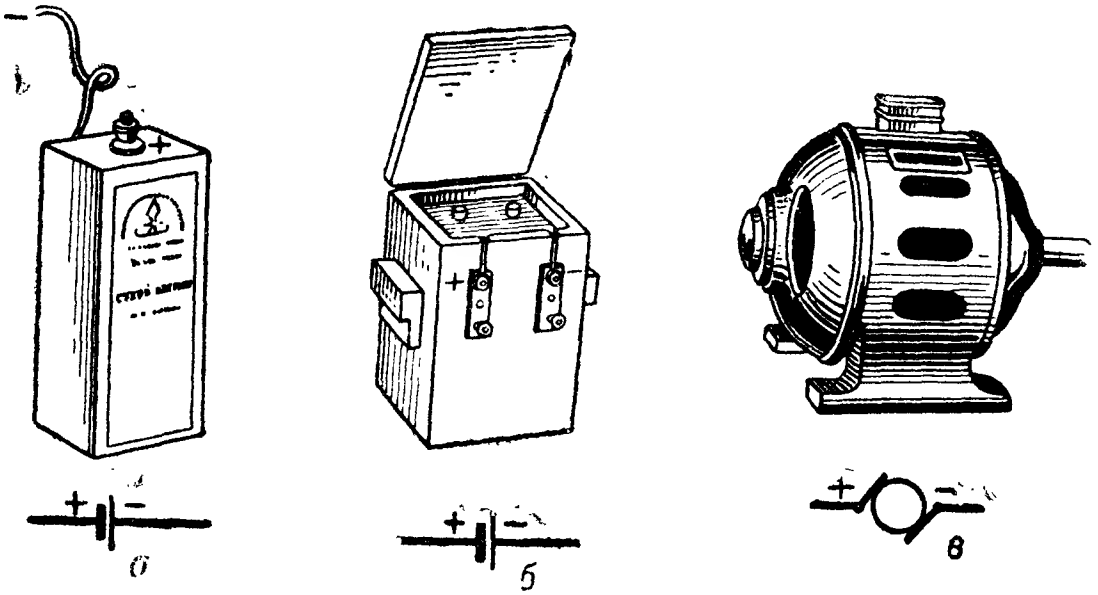


Рис. 7. Внешний вид источников тока и их схематическое изображение: *а* — гальванический элемент; *б* — аккумулятор; *в* — динамомашина

напряжение на зажимах источника тока численно равно его ЭДС. Напряжение обозначается буквой U.

Единицей измерения ЭДС и напряжения является вольт (*в*). Один вольт есть такая электродвижущая сила, которая в цепи с сопротивлением в 1 *ом* вызывает силу тока в 1 *а*. Для измерения ЭДС и напряжения применяются приборы, называемые вольтметрами. Для измерения напряжения между какими-либо двумя точками цепи вольтметр подключается к этим точкам (рис. 8).

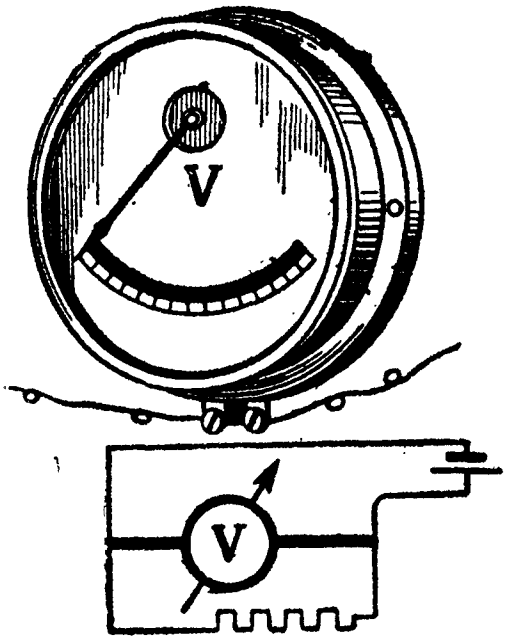


Рис. 8. Внешний вид и схематическое изображение включения вольтметра

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое ЭДС, как она может быть получена и какими единицами измеряется?
2. В какой цепи может существовать электрический ток? Что такое внешняя и внутренняя цепь?
3. Что такое сила тока и какими единицами она измеряется?
4. Что такое сопротивление, в каких единицах оно измеряется и от чего оно зависит в проводниках?
5. Что такое проводник, изолятор?
6. Напишите формулу для определения сопротивления проводника. Что такое коэфициент удельного сопротивления проводника?
7. Что такое электрическая проводимость?

ГЛАВА II

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

§ 6. ЗАКОН ОМА

Закон Ома для замкнутой цепи. Рассмотрим рис. 9а, на котором изображена замкнутая электрическая цепь, состоящая из источника тока и внешнего сопротивления. Очевидно, ЭДС E источника обусловливает наличие электрического тока I в цепи, сопротивление которой R. Возникает вопрос, какова будет величина этого тока?

Зависимость между силой тока, электродвижущей силой и сопротивлением цепи, известная под названием закона Ома, была установлена ещё в 1827 г. Учёный Ом установил, что сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна электродвижущей силе и обратно пропорциональна сопротивлению. Закон Ома является одним из основных законов электротехники. Согласно закону Ома

$$I = \frac{E}{R}. \qquad (3)$$

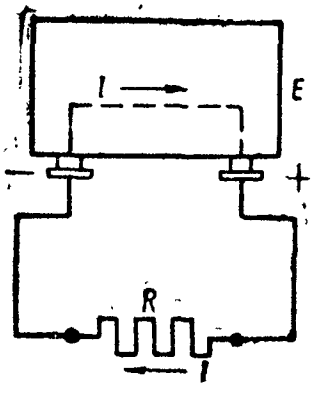


Рис. 9а. Схема, иллюстрирующая закон Ома

Это равенство читается так: сила тока в цепи, выраженная в амперах, равна электродвижущей силе в вольтах, делённой на сопротивление в омах.

Закон Ома можно написать в следующем виде:

$$R = \frac{E}{I}, \tag{4}$$

т. е. сопротивление всей цепи в омах численно равно электродвижущей силе в вольтах, делённой на силу тока в амперах, и

$$E = IR, \tag{5}$$

т. е. электродвижущая сила в вольтах численно равна произведению силы тока в амперах на сопротивление в омах.

Пример 1. Электродвижущая сила свинцового аккумулятора равна 2 *в*, полное сопротивление цепи — 20 *ом*. Найти силу тока в цепи.

Решение. По закону Ома для замкнутой цепи имеем:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{2}{20} = 0{,}1\ a.$$

Пример 2. Электродвижущая сила элемента Леклаше равна 1,5 *в*, сила тока в цепи —0,5 *а*. Найти полное сопротивление цепи.

Решение.

$$R = \frac{E}{I} = \frac{1{,}5}{0{,}5} = 3\ ом.$$

Пример 3. Полное сопротивление цепи, питаемой динамомашиной, равно 14 *ом*, сила тока в цепи равна 9 *а*. Определить ЭДС динамомашины.

Решение.

$$E = I \cdot R = 9 \cdot 14 = 126\ в.$$

Пример 4. Телеграфная цепь, имеющая полное сопротивление $R = 2\,000$ *ом* питается током от батареи, ЭДС которой $E = 30$ *в*. Определить силу тока в этой цепи.

Решение.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{30}{2000} = 0{,}015\ a = 15\ ма.$$

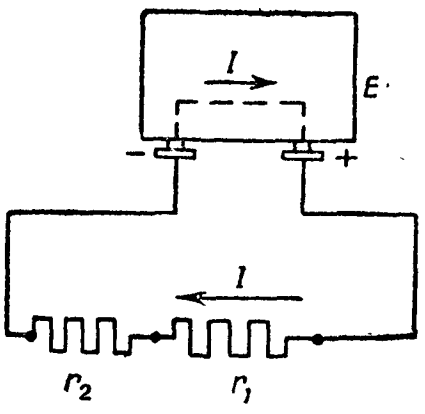


Рис. 9б. Схема для иллюстрации закона Ома для участка цепи

Закон Ома для участка цепи. Рассмотрим электрическую цепь, изображённую на рис. 9б, состоящую из сопротивлений r_1 и r_2. В этой цепи под действием разности потенциалов на её концах будет протекать электрический ток. Наибольшее значение разность потенциалов, или напряжение, имеет между зажимами цепи (зажимы «+» и «−»).

Если мы возьмём участок цепи (допустим, r_1), а не всю цепь, то между концами этого участка будет также разность потенциалов, ибо только в этом случае и возможен электрический ток на данном участке.

Чтобы убедиться в том, что приведённые выше рассуждения не расходятся с действительностью, произведём следующее. Возьмём вольтметр и порознь измерим напряжение сначала на зажимах цепи, потом на сопротивлениях r_1 и r_2. Прибор соответственно покажет некоторые напряжения: $U_ц$ — на зажимах цепи, U_1 — на сопротивлении r_1 и U_2 — на сопротивлении r_2.

Если сложить напряжения U_1 и U_2, то мы получим величину $U_ц$, равную напряжению на зажимах цепи, т. е.

$$U_ц = U_1 + U_2, \tag{6}$$

По закону Ома $I = \frac{U_ц}{R}$ и, следовательно,

$$I = \frac{U_1}{r_1} \text{ и } I = \frac{U_2}{r_2}. \tag{7}$$

Исходя из закона Ома, зависимость между силой тока, напряжением и сопротивлением на каком-либо участке цепи можно сформулировать так: сила тока на участке цепи прямо пропорциональна напряжению на этом участке цепи и обратно пропорциональна сопротивлению этого участка. Чтобы вычислить напряжение на концах какого-либо участка по данным силы тока и сопротивлению, надо равенство (7) преобразовать, представив его в виде

$$U_1 = Ir_1. \tag{8}$$

Это равенство показывает, что напряжение на концах какого-либо участка цепи численно равно произведению силы тока I на сопротивление r_1. Очевидно, это напряжение U_1 расходуется на передвижение электронов по данному участку цепи, т. е. на преодоление его сопротивления r_1, поэтому его часто называют падением напряжения на данном участке.

Чтобы определить сопротивление какого-либо участка цепи по данным напряжения и силы тока, надо равенство (8) представить в виде

$$r_1 = \frac{U_1}{I}. \tag{9}$$

Равенство (9) показывает, что сопротивление r_1 участка цепи численно равно напряжению U_1 на данном участке, делённому на силу тока I, протекающего по цепи. Нетрудно видеть, что равенства (7), (8) и (9) есть производные от основной формулы (3) закона Ома.

§ 7. ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛОЙ ИСТОЧНИКА ТОКА И НАПРЯЖЕНИЕМ НА ЕГО ЗАЖИМАХ

Выше мы упоминали, что замкнутая электрическая цепь состоит из двух участков — внешней цепи и внутренней. Сопротивление внешней цепи, включающей потребителей электроэнергии и соединительные провода, называют внешним сопротивлением, а со-

противление внутренней цепи — источника тока — называют внутренним сопротивлением.

Согласно закону Ома, для замкнутой цепи имеем

$$E = I \cdot R.$$

На рис. 10 изображена замкнутая электрическая цепь.

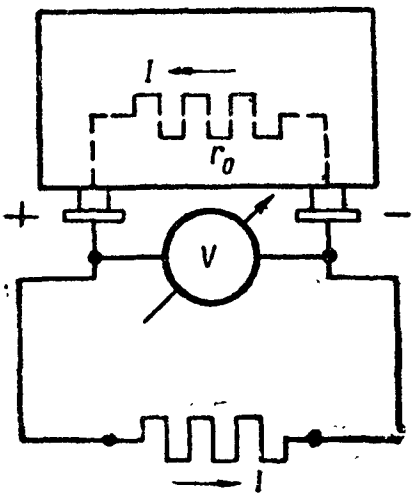


Рис. 10. Внешнее и внутреннее сопротивление цепи

Обозначим внутреннее сопротивление через r_0, а сопротивление внешней цепи через r, тогда общее сопротивление цепи будет

$$R = r_0 + r. \qquad (10)$$

Выражения для ЭДС теперь можно записать так:

$$E = I(r_0 + r) = Ir_0 + Ir. \qquad (11)$$

Но произведение силы тока на сопротивление участка цепи численно равно напряжению на концах этого участка или падению напряжения на участке, следовательно,

$$E = U_0 + U. \qquad (12)$$

Таким образом, часть ЭДС источника тока

$$U_0 = Ir_0$$

расходуется на преодоление внутреннего сопротивления источника тока. Эта часть ЭДС называется падением напряжения внутри источника тока.

Другая часть ЭДС

$$U = Ir$$

расходуется на преодоление сопротивления внешней цепи и называется падением напряжения (или просто напряжением) во внешней цепи.

Вольтметр, подключённый к зажимам источника тока, при замкнутой внешней цепи всегда показывает напряжение, расходуемое во внешней цепи. Поэтому падение напряжения во внешней цепи называется также напряжением на зажимах источника тока.

Напряжение, как и ЭДС, измеряется также в вольтах. Из предыдущего следует, что

$$U = E - U_0, \qquad (13)$$

т. е. напряжение на зажимах источника тока меньше его ЭДС на величину падения напряжения внутри источника тока.

Сопротивление источника тока r_0 практически величина постоянная, поэтому при изменении нагрузки, т. е. при изменении силы тока в цепи, падение напряжения внутри источника тока

$$U_0 = Ir_0$$

будет изменяться только в зависимости от I, увеличиваясь с увеличением силы тока и уменьшаясь с уменьшением её.

Напряжение на зажимах источника тока при постоянной ЭДС с изменением нагрузки тоже не остаётся постоянным.

Действительно, при разомкнутой внешней цепи сила тока $I = 0$ и падение напряжения внутри источника тока также равно нулю:

$$U_0 = Ir_0 = 0,$$

а напряжение на зажимах источника тока равно ЭДС:

$$U = E - U_0 = E - 0 = E.$$

Следовательно, ЭДС источника тока можно определить путём измерения напряжения на его зажимах при разомкнутой внешней цепи. В этом случае показание вольтметра практически равно ЭДС, так как вследствие большого сопротивления вольтметра сила тока в нём незначительна и ею можно пренебречь, считая равной нулю.

С уменьшением сопротивления внешней цепи сила тока увеличивается, падение напряжения внутри источника тока

$$U_0 = Ir_0$$

также увеличивается, а напряжение на его зажимах уменьшается:

$$U = E - Ir_0.$$

При замыкании внешней цепи на очень малое сопротивление, практически равное нулю ($r = 0$), сила тока в цепи будет наибольшей и определится из формулы

$$I = \frac{E}{r_0} = \frac{E}{0} = \infty.$$

Такой случай называется коротким замыканием (рис. 11).

При коротком замыкании падения напряжения во внешней цепи не происходит:

$$U = Ir = I \cdot 0 = 0,$$

т. е. напряжение на зажимах источника тока (практически) равно нулю, и вся ЭДС расходуется внутри источника тока:

$$E = Ir_0.$$

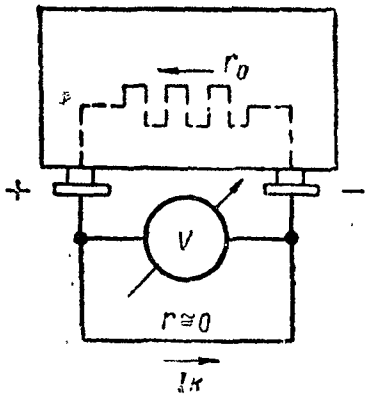


Рис. 11. Короткое замыкание источника тока

Явление короткого замыкания безусловно опасно для всех электрических устройств.

Короткое замыкание происходит, например, в том случае, когда накоротко соединяются между собой два провода, идущие от источника тока к какому-либо приёмнику.

Пример 1. Динамомашина с ЭДС в 120 *в* и внутренним сопротивлением 0,5 *ом* замкнута на внешнюю цепь с сопротивлением 11,5 *ом*. Найти: 1) силу тока в цепи, 2) напряжение на зажимах динамомашины и 3) падение напряжения внутри динамомашины.

Решение.

1) $$I = \frac{E}{r_0 + r} = \frac{120}{0{,}5 + 11{,}5} = 10 \text{ а};$$

2) $$U = I \cdot r = 10 \cdot 11{,}5 = 115 \text{ в};$$

3) $$U_0 = I \cdot r_0 = 10 \cdot 0{,}5 = 5 \text{ в}$$

или

$$U_0 = E - U = 120 - 115 = 5 \text{ в}.$$

Пример 2. Внешнее сопротивление в цепи динамомашины (пример 1) уменьшено до 2,5 *ом*. Определить те же величины, что и в предыдущем примере.

Решение.

1) $$I = \frac{E}{r_0 + r} = \frac{120}{0{,}5 + 2{,}5} = 40 \text{ а};$$

2) $$U_0 = I \cdot r_0 = 40 \cdot 0{,}5 = 20 \text{ в};$$

3) $$U = I \cdot r = 40 \cdot 2{,}5 = 100 \text{ в}$$

или

$$U = E - U_0 = 120 - 20 = 100 \text{ в}.$$

Из примеров 1 и 2 видно, что с уменьшением сопротивления внешней цепи:

1) сила тока в цепи увеличивается;
2) падение напряжения внутри источника тока увеличивается;
3) напряжение на зажимах уменьшается.

Пример 3. Напряжение на зажимах сухого элемента 1,2 *в*, сила тока в цепи 0,6 *а*. Найти сопротивление внешней цепи и ЭДС, если внутреннее сопротивление элемента равно 0,5 *ом*.

Решение.

$$r = \frac{U}{I} = \frac{1{,}2}{0{,}6} = 2 \text{ ома};$$

$$U_0 = I \cdot r_0 = 0{,}6 \cdot 0{,}5 = 0{,}3 \text{ в};$$

$$E = U + U_0 = 1{,}2 + 0{,}3 = 1{,}5 \text{ в}$$

или

$$E = I \cdot (r_0 + r) = 0{,}6\,(0{,}5 + 2) = 1{,}5 \text{ в}.$$

§ 8. СОЕДИНЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ В ЦЕПЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Последовательное соединение сопротивлений

Возьмём три каких-либо сопротивления r_1, r_2 и r_3 (рис. 12) и соединим их так, чтобы конец сопротивления r_1 был соединён с началом сопротивления r_2, а конец сопротивления r_2 — с началом сопротивления r_3. Присоединив к началу сопротивления r_1 и концу сопротивления r_3 соответственно «+» и «—» источника тока D, мы получим замкнутую электрическую цепь, в которой сопротивления r_1, r_2 и r_3 соединены последовательно.

Проследим за прохождением тока I по цепи схемы рис. 12. От «+» источника D ток I проходит амперметр, сопротивления r_1, r_2 и r_3 и далее к «—» источника тока D. Как видим, ток проходит последовательно через всю цепь и, следовательно, он во всех точках цепи одинаков, т. е.

$$I = I_1 = I_2 = I_3, \qquad (14)$$

где I — сила тока в цепи,
I_1, I_2 и I_3 — силы токов, протекающие через сопротивления r_1, r_2 и r_3.

Справедливость приведенного равенства проверяется измерением силы тока амперметром A, который включают в различные точки схемы. Амперметр будет показывать во всех случаях одну и ту же силу тока I.

Из схемы рис. 12 нетрудно видеть, что при последовательном соединении сопротивлений сопротивление всей цепи, состоящей из сопротивлений r_1, r_2 и r_3, численно равно сумме этих сопротивлений, т. е.

$$R_{посл} = r_1 + r_2 + r_3, \qquad (15)$$

где $R_{посл}$ — общее сопротивление цепи при последовательном соединении участков цепи;
r_1, r_2 и r_3 — сопротивления отдельных участков цепи.

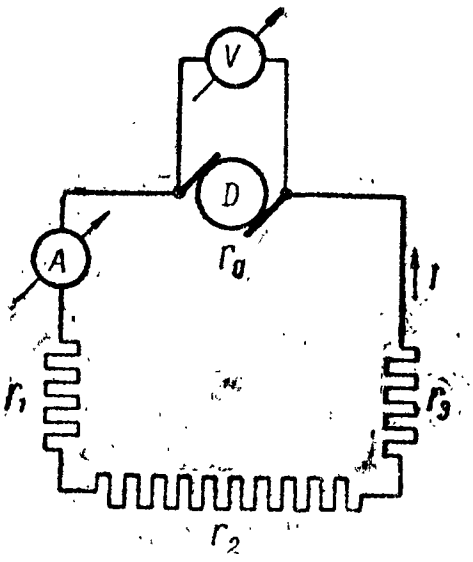


Рис. 12. Последовательное соединение сопротивлений

Справедливость равенства проверяется измерением сопротивлений всех участков цепи вместе каким-либо измерительным прибором (например, омметром) и измерением каждого участка отдельно. Складывая показания прибора, полученные при измерении отдельных сопротивлений, мы увидим, что сумма будет равна показанию прибора при измерении сопротивления всех участков цепи вместе.

Таким образом, при последовательном соединении сопротивлений вместо нескольких сопротивлений можно взять одно сопротивление, численно равное сумме всех сопротивлений, включённых в цепь последовательно, и наоборот, одно большое сопротивление может быть заменено несколькими сопротивлениями. Из равенства (14) следует, что во всех точках цепи ток I одинаков, следовательно, общее падение напряжения во всей цепи, согласно закону Ома, равно

$$U = R_{посл} \cdot I, \qquad (16)$$

Но согласно равенству (15), $R_{посл}$ равно сумме сопротивлений $r_1+r_2+r_3$, тогда

$$U = I\cdot(r_1 + r_2 + r_3) = Ir_1 + Ir_2 + Ir_3 \qquad (17)$$

или

$$U = U_1 + U_2 + U_3. \qquad (18)$$

Исходя из схемы рис. 12 и закона Ома, можно сделать такой вывод:

1. Падение напряжения на каждом отдельном сопротивлении (r_1, r_2, r_3), включённом в цепь последовательно, пропорционально величине этого сопротивления, т. е. чем больше сопротивление, тем больше на нём падение напряжения и наоборот. Если $r_1>r_2>r_3$, то и $U_1>U_2>U_3$.

2. Сумма падения напряжения на всех участках цепи при последовательном соединении сопротивлений численно равна напряжению на зажимах источника тока, т. е.

$$U_{заж} = U_1 + U_2 + U_3, \qquad (19)$$

где $U_{заж}$ — напряжение на зажимах источника тока;
U_1, U_2 и U_3 — падения напряжения на сопротивлениях r_1 r_2 и r_3.

Справедливость первого вывода можно проверить. Измерив по отдельности напряжения на сопротивлениях r_1, r_2 и r_3, мы увидим, что вольтметр даёт неодинаковые показания, если сопротивления r_1, r_2 и r_3 неравны. Наоборот, вольтметр даёт одинаковые показания, если сопротивления равны между собой.

Справедливость второго вывода можно проверить, измерив по отдельности напряжения U_1, U_2 и U_3 на сопротивлениях r_1, r_2 и r_3 и напряжение $U_{заж}$ на зажимах источника тока. Окажется, что

$$U_{заж} = U_1 + U_2 + U_3.$$

Пример 1. Последовательно соединены три сопротивления: $r_1 = 1000$ *ом*, $r_2 = 2000$ *ом* и $r_3 = 5000$ *ом*, при напряжении $U = 400$ *в*. Найти общее сопротивление R, силу тока I и напряжения на сопротивлениях r_1, r_2 и r_3.

Решение.

$$R = 1000 + 2000 + 5000 = 8000 \text{ ом}.$$

Сила тока по закону Ома будет равна:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{400}{8000} = \frac{4}{80} = \frac{1}{20} = 0{,}05 \text{ а}.$$

Напряжения на сопротивлениях будут:

$$U_1 = I\cdot r_1 = 0{,}05\cdot 1000 = 50 \text{ в};$$
$$U_2 = I\cdot r_2 = 0{,}05\cdot 2000 = 100 \text{ в};$$
$$U_3 = I\cdot r_3 = 0{,}05\cdot 5000 = 250 \text{ в}.$$

Пример 2. Во внешней цепи динамомашины с ЭДС 240 *в* и внутренним сопротивлением 0,5 *ом* включены последовательно два сопротивления: 1,5 и 4 *ом*. Найти: 1) силу тока в цепи и 2) напряжение на зажимах динамомашины и на отдельных участках цепи.

Решение. Общее сопротивление цепи

$$R = r_0 + r_1 + r_2 = 0{,}5 + 1{,}5 + 4 = 6 \text{ ом}.$$

Сила тока в цепи

$$I = \frac{E}{R} = \frac{240}{6} = 40 \text{ а}.$$

Напряжение на зажимах динамомашины

$$U = I(r_1 + r_2) = 40\,(1{,}5 + 4) = 220 \text{ в}.$$

Напряжения на отдельных участках:

$$U_0 = I \cdot r_0 = 40 \cdot 0{,}5 = 20 \text{ в};$$
$$U_1 = I \cdot r_1 = 40 \cdot 1.5 = 60 \text{ в};$$
$$U_2 = I \cdot r_2 = 40 \cdot 4 = 160 \text{ в}.$$

Параллельное соединение сопротивлений

Возьмём три сопротивления r_1, r_2 и r_3 (рис. 13) и соединим их начала в общей точке *1*, а концы — в общей точке *2*. Присоединив к точкам *1* и *2* источник тока *D*, мы получим замкнутую электрическую цепь, в которой сопротивления r_1, r_2 и r_3 соединены параллельно.

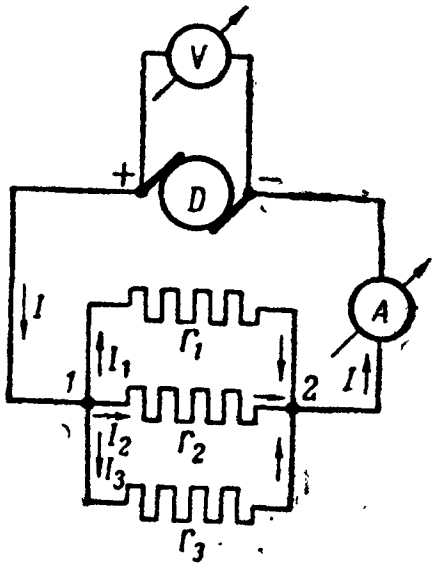


Рис. 13. Параллельное соединение сопротивлений

Проследим за распределением тока *I* в схеме рис. 13: от «+» источника тока ток *I* приходит к точке *1*, где он разветвляется на токи I_1, I_2 и I_3. От точки *1* токи I_1, I_2 и I_3 проходят к точке *2* по сопротивлениям r_1, r_2 и r_3. В точке *2* все три тока сложатся в общий ток *I*, который, пройдя амперметр *A*, вернётся к «—» источника тока *D*.

Изучая разветвления токов в электрических цепях, учёный Кирхгоф установил, что сила тока, притекающая к какой-либо точке разветвления, равна сумме сил токов, утекающих от этой точки. Сейчас это правило известно в электротехнике как *первый закон Кирхгофа*, который математически можно выразить так:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \ldots + I_n, \qquad (20)$$

где I — сила тока, притекающая к точке разветвления;
$I_1, I_2, I_3, \ldots, I_n$ — силы токов, протекающих через параллельные сопротивления $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_n$.

Возьмем теперь вольтметр и измерим порознь напряжения на сопротивлениях r_1, r_2 и r_3. Оказывается, что напряжения на всех трёх сопротивлениях будут одинаковы, т. е.

$$U_{\text{пар}} = U_1 = U_2 = U_3, \qquad (21)$$

где $U_{\text{пар}}$ — напряжение в точках *1* и *2*;
U_1, U_2 и U_3 — напряжения на сопротивлениях r_1, r_2 и r_3.

Таким образом, падение напряжения на сопротивлении r_1 равно падению напряжения на сопротивлении r_2 и падению напряжения на сопротивлении r_3, т. е. напряжение в точках *1* и *2* численно равно произведению силы тока I_1 на сопротивление r_1, или I_2 на r_2 или I_3 на r_3, т. е.

$$U_{пар} = I_1 \cdot r_1 = I_2 \cdot r_2 = I_3 \cdot r_3. \qquad (22)$$

Пользуясь законом Ома, найдем величину токов, протекающих через каждое из разветвлений (рис. 13):

$$I_1 = \frac{U_{пар}}{r_1}; \quad I_2 = \frac{U_{пар}}{r_2}; \quad I_3 = \frac{U_{пар}}{r_3}. \qquad (23)$$

Из равенств (23) нетрудно видеть, что при параллельном включении сопротивлений (r_1, r_2, r_3) сила тока (I_1, I_2, I_3) в каждой ветви будет тем больше, чем меньше сопротивление ветви.

Пример 3. Сопротивление $r_1 = 10$ *ом*, $r_2 = 40$ *ом*, $r_3 = 120$ *ом*. Определить силы токов в этих сопротивлениях, если напряжение на параллельном участке равно 120 *в*.

Решение. Согласно равенству (23), имеем:

$$I_1 = \frac{U_{пар}}{r_1} = \frac{120}{10} = 12 \text{ а};$$

$$I_2 = \frac{U_{пар}}{r_2} = \frac{120}{40} = 3 \text{ а};$$

$$I_3 = \frac{U_{пар}}{r_3} = \frac{120}{120} = 1 \text{ а}.$$

Вообще сила тока в параллельно соединённых сопротивлениях распределяется обратно пропорционально сопротивлениям. Для случая двух сопротивлений можно пользоваться следующим равенством:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2}{r_1}. \qquad (24)$$

Пример 4. Определить силу тока I_2, если известно, что ток $I_1 = 2$ *а*, а сопротивления $r_1 = 60$ *ом* и $r_2 = 30$ *ом*.

Решение. Пользуясь формулой

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2}{r_1},$$

имеем

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot r_1}{r_2} = \frac{2 \cdot 60}{30} = \frac{120}{30} = 4 \text{ а}.$$

При подсчёте общего сопротивления параллельных ветвей удобнее пользоваться величиной, обратной сопротивлению, которая, как мы знаем, называется проводимостью.

Проводимость измеряется в *сименсах* или в *мо* и обозначается буквой G:

$$G = \frac{1}{R}. \qquad (25)$$

При параллельном соединении сопротивлений общая проводимость параллельного участка цепи равна сумме проводимостей отдельных ветвей:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}. \qquad (26)$$

Пример 5. В цепь включены параллельно три сопротивления: 10 *ом*, 40 *ом* и 120 *ом*. Каково общее сопротивление цепи?

Решение. Проводимость параллельно соединенных сопротивлений будет

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} + \frac{1}{120} = \frac{12}{120} + \frac{3}{120} + \frac{1}{120} = \frac{16}{120}.$$

Общее сопротивление цепи, как величина, обратная проводимости, равно

$$R_{пар} = \frac{120}{16} = 7{,}5 \text{ } ом.$$

Если ветви, включённые параллельно, имеют одинаковые сопротивления ($r_1 = r_2 = r_3$ и т. д.), то общее сопротивление цепи будет равно сопротивлению одной цепи, делённому на число параллельно включённых ветвей, т. е.

$$R_{пар} = \frac{r_1}{n} = \frac{r_2}{n} \text{ и т. д.} \qquad (27)$$

В случае параллельного соединения двух сопротивлений неодинаковой величины для определения общего сопротивления пользуются формулой

$$R_{пар} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}. \qquad (28)$$

Пример 6. Параллельно соединено пять сопротивлений, каждое из которых равно 25 *ом*. Чему равно общее сопротивление?

Решение.

$$R_{пар} = \frac{r}{n} = \frac{25}{5} = 5 \text{ } ом.$$

Пример 7. Параллельно соединено два сопротивления: $r_1 = 20$ *ом* и $r_2 = 30$ *ом*. Чему равно общее сопротивление?

Решение.

$$R_{пар} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = \frac{600}{50} = 12 \text{ } ом.$$

На основании вышеизложенного можно сделать вывод:

1. При параллельном соединении сопротивлений сила тока в какой-либо ветви будет тем больше, чем меньше сопротивление этой ветви.
2. Напряжение на сопротивлениях, включённых параллельно, будет одним и тем же для каждой ветви.
3. Сумма сил токов в параллельных ветвях будет равна силе тока, притекающего к точке разветвления.
4. Параллельно соединённые сопротивления можно заменить одним сопротивлением, проводимость которого равна сумме проводимостей всех ветвей.

5. Общее сопротивление параллельного участка меньше самого малого из сопротивлений, включённых параллельно.

Пример 8. Имеется разветвление, состоящее из двух параллельных ветвей с сопротивлениями 3 *ом* и 5 *ом*. Найти силу тока во втором сопротивлении, если сила тока в первом сопротивлении равна 15 *а*.

Решение. Имеем

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2}{r_1},$$

откуда

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot r_1}{r_2} = \frac{15 \cdot 3}{5} = 9 \text{ а}.$$

Пример 9. Ток силой 40 *а* разветвляется по трём параллельным цепям, сопротивления которых равны 5, 12 и 20 *ом*. Определить силу тока в каждой ветви.

Решение. Разделим 40 *а* прямо пропорционально проводимостям отдельных ветвей, т. е. числам $\frac{1}{5}, \frac{1}{12}, \frac{1}{20}$:

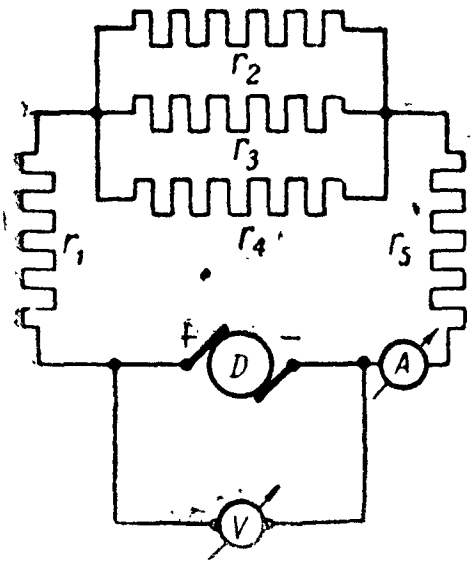
$$I_1 : I_2 : I_3 = \frac{1}{5} : \frac{1}{12} : \frac{1}{20} = \frac{12}{60} : \frac{5}{60} : \frac{3}{60},$$

или

$$I_1 : I_2 : I_3 = 12 : 5 : 3.$$

Делим далее 40 *а* пропорционально числам 12, 5 и 3:

$$12 + 5 + 3 = 20;\ 40 : 20 = 2;$$
$$I_1 = 2 \cdot 12 = 24 \text{ а};$$
$$I_2 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ а};$$
$$I_3 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ а}.$$



Фис. 14. Смешанное соединение сопротивлений

Смешанное соединение сопротивлений

Смешанным называют такое соединение сопротивлений, при котором часть сопротивлений соединена последовательно, а часть параллельно (рис. 14).

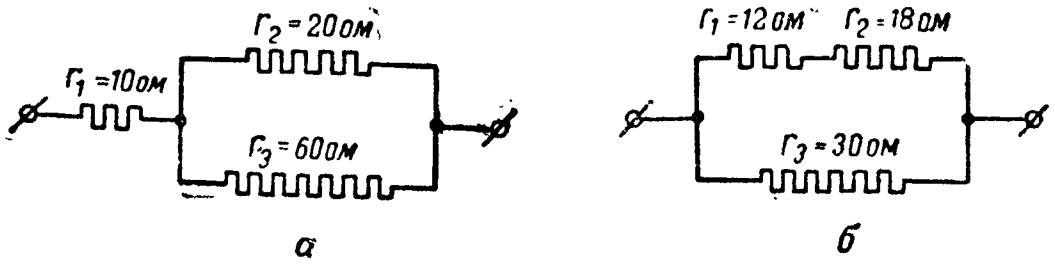
Существует большое количество самых разнообразных схем смешанного соединения.

На рис. 15, *а* и *б* показаны два случая смешанного соединения трёх сопротивлений.

При подсчёте величины сопротивления цепи при смешанном соединении надо расчленить цепь на такие части, чтобы они имели или только последовательное или только параллельное соединение. Сделав подсчёт сопротивлений этих частей, подсчитать сопротивление всей цепи. Поясним это на примере.

Схема рис. 15, *а* представляет два участка цепи, соединенных между собой последовательно. Участок r_1 соединён последовательно с параллельно соединёнными сопротивлениями r_2 и r_3.

Чтобы найти, чему равно сопротивление этой цепи, надо сначала найти сопротивление параллельного участка и найденную величину сложить с сопротивлением r_1.



а *б*

Рис. 15. Смешанное соединение сопротивлений:
а и *б* — случаи соединения сопротивлений

Пример 10 (рис. 15, *а*). Сопротивление $r_1 = 10$ *ом*, сопротивление $r_2 = 20$ *ом* и $r_3 = 60$ *ом*.

Найдём сначала, чему будет равно сопротивление параллельного участка:

$$R_{пар} = \frac{r_2 \cdot r_3}{r_2 + r_3} = \frac{20 \cdot 60}{20 + 60} = \frac{1200}{80} = 15 \text{ ом}.$$

Теперь складываем сопротивления r_1 и $R_{пар}$:

$$R_{общ} = r_1 + R_{пар} = 10 + 15 = 25 \text{ ом}.$$

Итак, сопротивление участка цепи смешанного соединения равно 25 *ом*.

В схеме рис. 15, *б* показана цепь, у которой одна её ветвь представляет последовательное включение сопротивлений r_1 и r_2, параллельно которым включено сопротивление r_3.

Чтобы найти сопротивление этой цепи, нужно сначала сложить сопротивления r_1 и r_2, а затем найти общее сопротивление для всей цепи по правилам для параллельного соединения.

Пример 11 (рис. 15, *б*). Сопротивления r_1, r_2 и r_3 соответственно равны: $r_1 = 12$ *ом*, $r_2 = 18$ *ом*, $r_3 = 30$ *ом*. Складывая последовательно включённые сопротивления, получим:

$$R_{посл} = r_1 + r_2 = 12 + 18 = 30 \text{ ом}.$$

Затем находим общее сопротивление участка, который состоит из двух сопротивлений, соединённых параллельно:

$$R_{общ} = \frac{R_{посл} \cdot r_3}{R_{посл} + r_3} = \frac{30 \cdot 30}{30 + 30} = \frac{900}{60} = 15 \text{ ом}.$$

Можно было решить задачу иначе, учитывая, что $R_{посл} = r_3$:

$$R_{общ} = \frac{r_3}{n} = \frac{30}{2} = 15 \text{ ом}.$$

Пример 12. Сопротивления $r_0 = 0{,}25$ *ом*, $r_1 = 2$ *ом*, $r_2 = 3$ *ом*, $r_3 = 12$ *ом*, $r_4 = 4$ *ом* и $r_5 = 4{,}5$ *ом* включены, как показано на рис. 16. Напряжение на зажимах источника тока $U = 128$ *в*. Найти: 1) общее сопротивление, 2) силу тока в цепи, 3) напряжение на отдельных участках, 4) ЭДС, 5) силы токов на отдельных участках разветвления.

Решение. Находим общее сопротивление R_1 трёх параллельно включённых ветвей r_2, r_3 и r_4:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} = \frac{1}{3} + \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{8}{12} = \frac{2}{3}.$$

$$R_1 = \frac{3}{2} = 1{,}5 \text{ ом}.$$

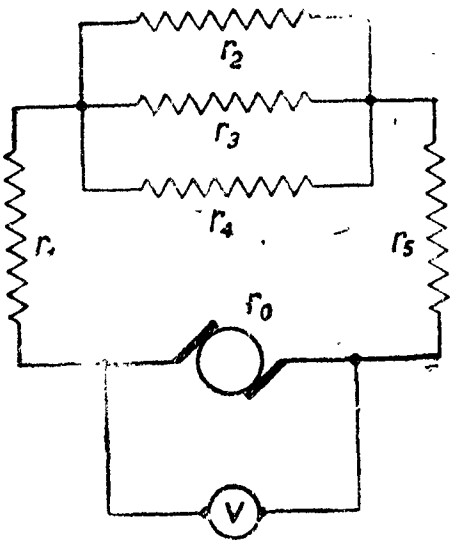


Рис. 16.

Находим сопротивление внешней цепи

$$r = r_1 + R_1 + r_5 = 2 + 1{,}5 + 4{,}5 = 8 \text{ ом}.$$

Находим силу тока в цепи

$$I = \frac{U}{r} = \frac{128}{8} = 16 \text{ а}.$$

Находим напряжения на отдельных участках:

$$U_0 = I \cdot r_0 = 16 \cdot 0{,}25 = 4 \text{ в};$$
$$U_1 = I \cdot r_1 = 16 \cdot 2 = 32 \text{ в};$$
$$U_2 = I \cdot R_1 = 16 \cdot 1{,}5 = 24 \text{ в};$$
$$U_5 = I \cdot r_5 = 16 \cdot 4{,}5 = 72 \text{ в}.$$

Находим ЭДС:

$$E = U_0 + U = 4 + 128 = 132 \text{ в}.$$

Находим силы токов на отдельных участках разветвления:

$$I_2 = \frac{U_2}{r_2} = \frac{24}{3} = 8 \text{ а}; \qquad I_3 = \frac{U_2}{r_3} = \frac{24}{12} = 2 \text{ а}; \qquad I_4 = \frac{U_2}{r_4} = \frac{24}{4} = 6 \text{ а}.$$

Реостаты и магазины сопротивлений

Во многих случаях практики приходится устанавливать или, как говорят, «подбирать» нужную силу тока в той или иной электрической цепи. Такой «подбор» силы тока можно произвести или путём изменения напряжения источника тока (что не всегда возможно), или путём включения в цепь дополнительного переменного сопротивления. В практике последний случай применяется довольно часто.

Переменные сопротивления, в зависимости от точности изменения сопротивления, называются или реостатами, или магазинами сопротивлений.

Реостаты — это приборы, которые в известных пределах меняют свою величину относительно грубо, т. е. они не дают большой точности. Реостаты могут быть проволочные, ламповые и т. п.; они могут менять своё сопротивление или плавно (реостаты с плавной регулировкой), или скачками, через определённое число ом. Реостаты изготовляются на различное число ом и на разные силы токов, о чём на реостате делают соответствующие отметки. Из проволочных реостатов наибольшее применение в телеграфии имеют реостаты Рустрата с плавной регулировкой (рис. 17).

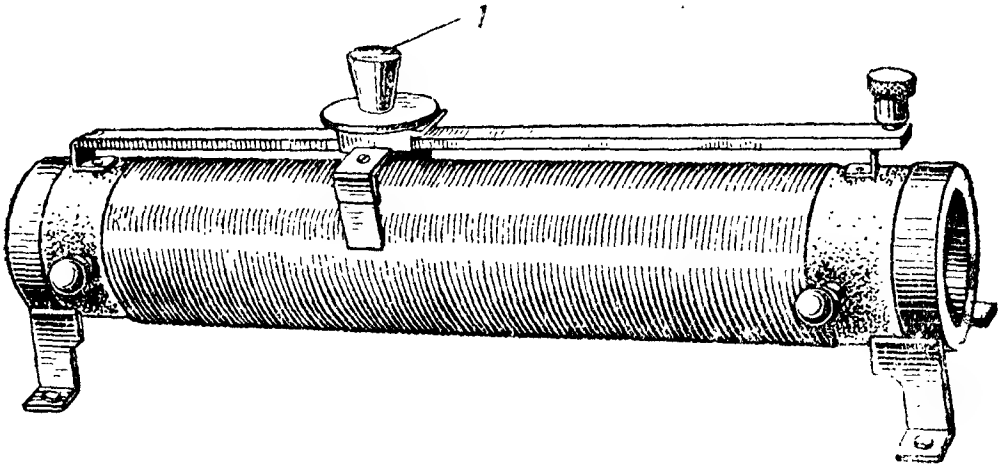


Рис. 17. Проволочный реостат Рустрата

Для грубой регулировки силы тока в отдельных цепях применяют секционный реостат, схема которого приведена на рис. 18. На аппаратах Бодо применяются ламповые реостаты; принцип устройства такого реостата и схема показаны на рис. 19.

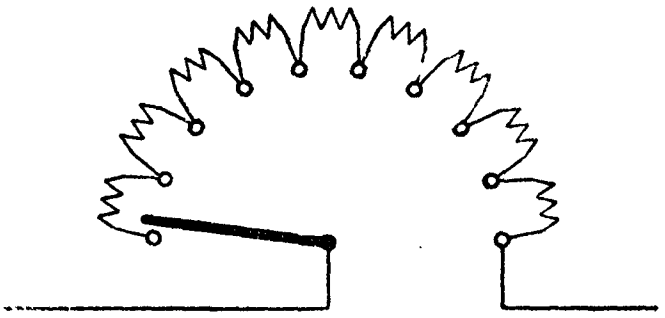


Рис. 18. Схема секционного реостата

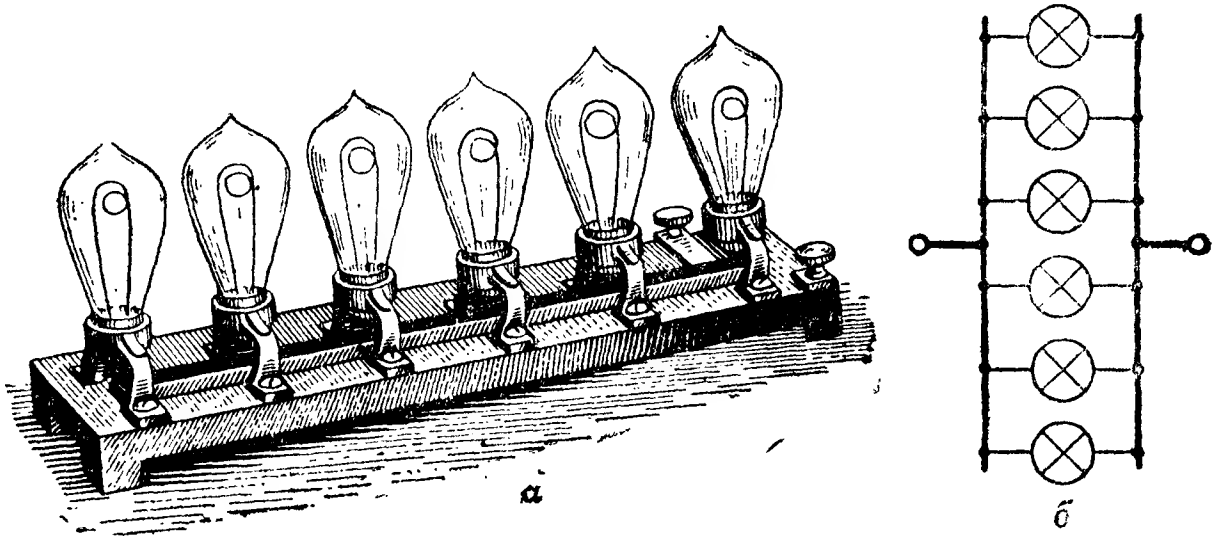


Рис. 19. Ламповый реостат:
а — внешний вид; *б* — схематическое изображение

Магазины сопротивлений. Для подбора силы тока в некоторых телеграфных цепях (например, в дуплексных схемах) и в измерительных схемах применяют набор точных сопротивлений, смонтированных в одном ящике, называемый, в отличие от реостата, магазином сопротивлений. Общий вид одного из таких магазинов показан на рис. 20, а на рис. 21 показана его схема.

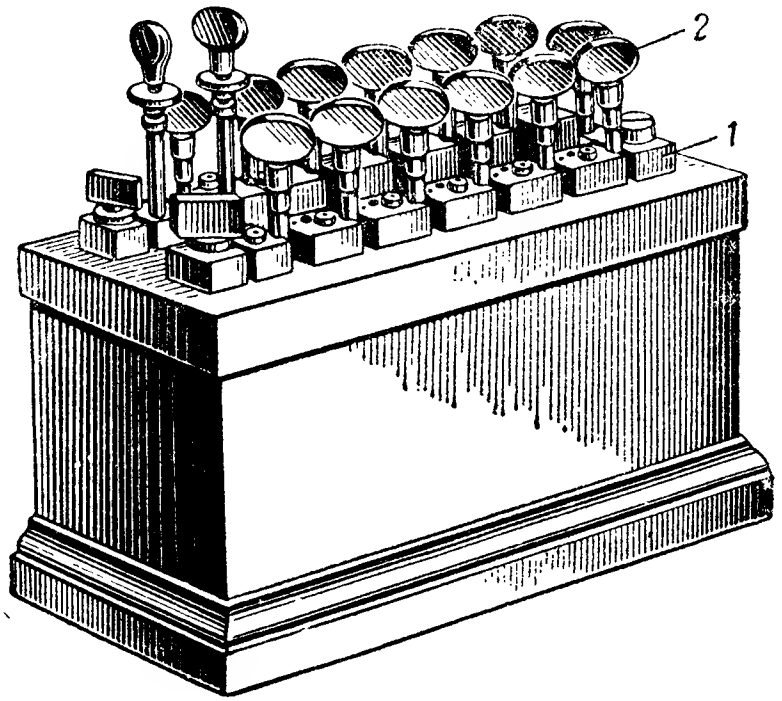


Рис. 20. Магазин сопротивлений:
1 — контактные колодки; *2* — штепсели

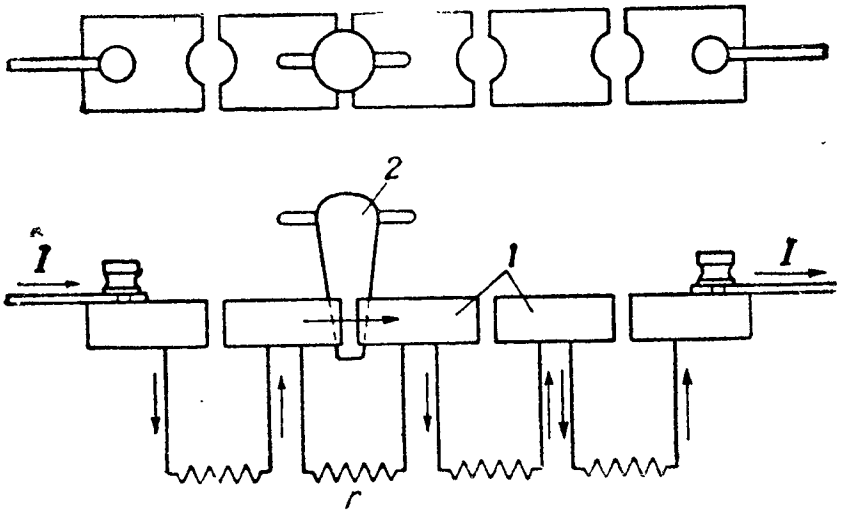


Рис. 21. Схема магазина сопротивлений:
1 — контактные колодки; *2* — штепсель

На крышке ящика укрепляются медные ламели (пластины) *1*, в гнёзда которых вставляют штепсели *2*. Как видно из схемы рис. 21, чтобы включить сопротивление, достаточно вынуть штеп-

сель *2* из гнезда ламелей, а чтобы выключить сопротивление из цепи, достаточно вставить штепсель *2* в соответствующее гнездо ламелей *1*. Когда штепсель вставлен в гнездо, данное сопротивление оказывается зашунтированным, и ток через него уже не проходит.

§ 9. ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА

Тепловое действие тока изучали русский учёный Ленц и английский физик Джоуль, которые одновременно, опытным путём, определили зависимость между количеством тепла, выделяемым током в проводнике, сопротивлением этого проводника и силой проходящего по нему тока.

Закон Джоуля-Ленца говорит, что количество тепла, выделяемое током в проводнике, пропорционально: 1) квадрату силы тока I^2, протекающего через проводник; 2) сопротивлению проводника R; 3) времени прохождения тока t.

Математически закон Джоуля-Ленца пишется в таком виде:

$$Q = 0{,}24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t, \qquad (29)$$

где I — ток в амперах;

R — сопротивление проводника в омах;

t — время в секундах;

Q — количество выделенного тепла в малых калориях.

Величина 0,24 является постоянной и выражается в малых калориях; она получается тогда, когда через проводник с сопротивлением в 1 *ом* проходит ток силой в 1 *а* в течение 1 секунды.

Действительно, если $I = 1$, $R = 1$, $t = 1$, то формула (29) будет иметь вид:

$$Q = 0{,}24 \cdot I^2 \cdot R \cdot t = 0{,}24 \cdot 1^2 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}24 \text{ малой калории.}$$

Малая калория есть единица теплоты, которую необходимо затратить, чтобы поднять температуру 1 *г* воды на 1° С.

Иногда пользуются большой калорией, которая больше малой в 1 000 раз.

Большая калория есть единица теплоты, которую необходимо затратить, чтобы поднять температуру 1 *л* воды (1 000 *г*) на 1° С.

Из закона Ома известно, что $U = I \cdot R$;

тогда

$$Q = 0{,}24 \cdot I \cdot U \cdot t, \qquad (30)$$

где U — напряжение в вольтах.

Выбор плавких предохранителей. Выше, когда мы говорили о коротком замыкании, было установлено, что в случае короткого замыкания ток резко возрастает. Если короткозамкнутый участок своевременно не выключить, провода сильно нагреются и могут расплавиться или, как говорят, перегореть. Кроме того, короткое замыкание вредно для источников тока. Поэтому в электрических цепях предусматривают включение специальных устройств для автоматического выключения повреждённого участка или даже всей цепи. *Простейшими устройствами для такого выключения*

служат плавкие предохранители, которые включаются последовательно в цепь. При значительном повышении силы тока проволочка предохранителя сильно нагревается, плавится и разрывает цепь.

В телеграфных электрических цепях чаще всего применяют предохранители типа Бозе на 2, 5 и 10 *а*.

§ 10. РАБОТА И МОЩНОСТЬ ТОКА

Электрический ток, проходя по проводнику (цепи), совершает некоторую работу. Работу электрического тока можно сравнить, например, с работой воды, когда последняя, падая на мельничное колесо, заставляет его вращаться. Подобным же образом электрический ток, пропущенный через электромотор, заставляет его вращаться, а последний уже вращает, например, токарный станок и т. п. На примере с электромотором видно, что здесь имеет место превращение электрической энергии в энергию механическую. Вообще работа электрического тока сопровождается превращением электрической энергии в энергию других видов: тепловую, химическую и т. д.

Подобно тому как работа, совершаемая водой, выражается произведением количества воды (протекшей через мельничное колесо) на высоту её падения, точно так же и работа, совершаемая электрическим током в какой-либо цепи, выражается произведением количества протекшего по цепи электричества на величину падения напряжения в рассматриваемой цепи.

Таким образом, можно написать

$$A = Q \cdot U, \tag{31}$$

где A — работа электрического тока;
Q — количество электричества;
U — напряжение.

Но мы уже знаем, что количество электричества, протекшего по цепи, равно произведению силы тока на время, в течение которого ток протекает по цепи. Следовательно, работу электрического тока можно представить в таком виде:

$$A = I \cdot U \cdot t. \tag{32}$$

Чтобы подсчитать ту работу, которая совершена электрическим током, надо знать единицу этой работы. За единицу электрической работы принят джоуль. Один джоуль соответствует работе электрического тока при напряжении в один вольт и силе тока в один ампер за время одной секунды, т. е.

$$1 \text{ джоуль} = 1\ в \cdot 1\ а \cdot 1\ сек.$$

Из этого следует, что если нам надо выразить в джоулях работу электрического тока в какой-либо цепи, необходимо определить напряжение на концах этой цепи в вольтах, силу тока в амперах и время в секундах, в течение которого совершалась электрическая работа.

Одна и та же работа, производимая различными источниками электрического тока, может совершаться в различное время. Иначе говоря, если один источник тока совершит работу за одно время, то другой источник совершит такую же работу, но за другое время. Это значит, что мощность источников электрического тока может быть различной.

Поясним это на примере. Пусть какой-то источник тока работал в течение 10 секунд и при этом он совершил работу в 1 000 джоулей, следовательно, мощность этого источника определится путём деления всей работы A на время t, т. е.

$$P = \frac{A}{t} \tag{33}$$

или

$$P = \frac{I \cdot U \cdot t}{t} = I \cdot U, \tag{34}$$

где P — мощность источника тока.

Точно так же определится и мощность в какой-либо электрической цепи. Если нам известно напряжение U на концах цепи и сила тока I, протекающая в этой цепи, то мощность, расходуемая в цепи P, будет равна

$$P = I \cdot U. \tag{35}$$

За единицу мощности электрического тока принят ватт (*вт*). Один ватт соответствует электрической мощности, расходуемой в данной цепи (участке цепи) при напряжении в один вольт (на концах этой цепи) и силе тока в один ампер, т. е.:

$$1\ вт = 1\ в \cdot 1\ а.$$

Ввиду того, что мощность в один ватт сравнительно мала, в технике сильных токов пользуются производными единицами гектоватт (*гвт*) и киловатт (*квт*) (1 *гвт* = 100 *вт*, 1 *квт* = 1 000 *вт*).

В телеграфии (телефонии) пользуются единицей мощности милливатт (1 *мвт* = 0,001 *вт*).

Довольно часто мощность в какой-либо цепи приходится выражать не через силу тока и напряжение, а через силу тока и сопротивление цепи:

$$P = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R. \tag{36}$$

Коэфициент полезного действия. Мощность, развиваемая источником тока, расходуется как во внешней цепи, так и внутри самого источника тока:

$$P = E \cdot I = (U_0 + U) \cdot I = U_0 I + UI, \tag{37}$$

где $U_0 I$ — мощность, расходуемая внутри источника тока;

UI — мощность, расходуемая во внешней цепи.

Мощность, расходуемая во внешней цепи, называется полезной электрической мощностью

$$P_{внешн} = U \cdot I. \tag{38}$$

Расход мощности внутри источника тока называется потерей мощности.

$$P_{\text{внутр}} = U_0 I. \tag{39}$$

Отношение полезной мощности к полной мощности называется коэффициентом полезного действия (к. п. д.) источника тока.

Обозначая к. п. д. греческой буквой η, найдём

$$\eta = \frac{P_{\text{внешн}}}{P} = \frac{P_{\text{внешн}}}{P_{\text{внутр}} + P_{\text{внешн}}}. \tag{40}$$

Пример 1. Напряжение на зажимах лампочки 110 *в*, сила тока в ней 0,5 *а*. Определить работу тока за 10 час.

Решение.

$$A = U \cdot I \cdot t = 110 \cdot 0{,}5 \cdot 10 = 550 \text{ вт-ч}.$$

Пример 2. Элемент с ЭДС в 1,5 *в* и внутренним сопротивлением в 0,5 *ом* работает на внешнюю цепь с сопротивлением 2,5 *ом*. Определить полезную и полную мощность и к. п. д.

Решение. Сила тока в цепи

$$I = \frac{E}{r_0 + r} = \frac{1{,}5}{0{,}5 + 2{,}5} = 0{,}5 \text{ а}.$$

Полезная мощность

$$P_{\text{полезн}} = I^2 \cdot r = 0{,}5^2 \cdot 2{,}5 = 0{,}625 \text{ вт}.$$

Полная мощность

$$P = E \cdot I = 1{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}75 \text{ вт}.$$

$$\eta = \frac{P_{\text{полезн}}}{P} = \frac{0{,}625}{0{,}75} \approx 0{,}83, \text{ или } 83\%.$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как выражается закон Ома? Напишите выражение закона Ома для I, E и R.
2. Что такое падение напряжения на участке цепи? Сформулируйте закон Ома для участка цепи.
3. Что такое внутреннее и внешнее сопротивления?
4. От чего зависит напряжение на зажимах источника тока?
5. Что называется последовательным, параллельным и смешанным соединением сопротивлений?
6. Какова сила тока в различных точках цепи при последовательном соединении сопротивлений? Чему равно общее сопротивление при последовательном соединении сопротивлений?
7. Как сформулировать закон Кирхгофа?
8. Как распределяется ток в параллельно соединенных сопротивлениях?
9. Чему равна общая проводимость сопротивлений, соединённых параллельно?
10. Что называется реостатом и магазином сопротивлений и как они устроены?
11. Какие бывают типы реостатов?
12. В чем заключается тепловое действие тока и какое практическое значение это имеет?
13. Что такое большая и малая калории?
14. Что такое мощность и работа тока, как они выражаются и в каких единицах измеряются?

ГЛАВА III

МАГНЕТИЗМ, ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

§ 11. ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ МАГНИТЫ

Железная руда, обладающая свойством притягивать к себе куски железа, чугуна и некоторые другие тела, называется магнитным железняком, или просто естественным магнитом.

Силу притяжения магнита, с которой он действует на притягиваемые тела, называют магнитной силой, а причину, которая вызывает эту силу, называют магнетизмом.

Сила притяжения естественного магнита (магнитного железняка) невелика, поэтому в технике он не применяется. Для различных технических целей применяют искусственные магниты, которые изготовляют из лучших сортов стали (вольфрамовой или хромовой), намагничивая их тем или иным способом.

Таким образом, основное отличие естественных магнитов от искусственных состоит в том, что естественные магниты в виде магнитного железняка непосредственно встречаются в природе, а получение искусственных магнитов связано с намагничиванием некоторых сортов стали.

Простейший способ намагничивания стального бруска осуществляется следующим образом (рис. 22): берут два магнита N_1, S_1 и N, S и устанавливают их на стальном бруске так, как показано на рис. 22; затем проводят несколько раз обоими магнитами одновременно от средней линии бруска к краям его. В результате такого «натирания» брусок будет намагничен.

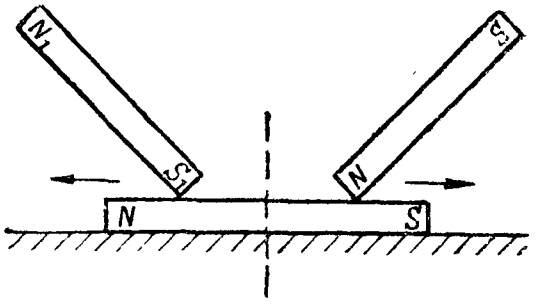


Рис. 22. Намагничивание стального бруска

Указанный способ намагничивания требует большой затраты времени, поэтому в технике для ускорения процесса пользуются другими, более совершенными способами намагничивания.

Один из этих способов, основанный на магнитном действии тока, заключается в том, что брусок стали помещают внутрь катушки из проволоки, по которой пропускают (в течение определённого времени) электрический ток (рис. 23).

Намагничивание бруска происходит только до некоторого предела, дальше которого, несмотря на увеличение силы тока в катушке, железо не намагничивается. Этот предел, когда железо или сталь уже не намагничивается, называют пределом магнитного насыщения.

Искусственные магниты обладают постоянной магнитной силой, и поэтому их называют постоянными магнитами, однако

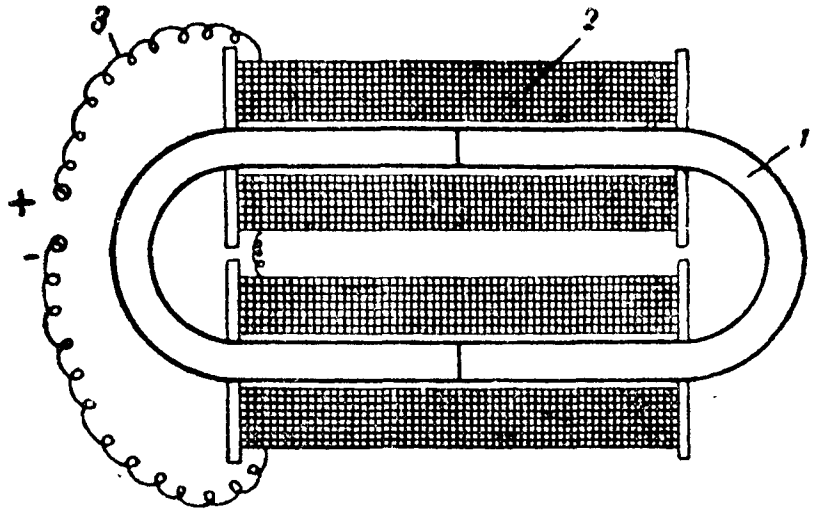


Рис. 23. Намагничивание подковообразного магнита:

1 — подковообразный сердечник; *2* — обмотка катушки; *3* — подводящие провода

в течение длительного времени магнитные свойства их постепенно ослабляются и исчезают.

Чтобы магнит долго сохранял свои свойства, необходимо принимать следующие меры предосторожности:

а) хранить его в сухом помещении с постоянной температурой;

б) при хранении полюсы магнита замыкать куском мягкого железа — якорем, благодаря чему магнит дольше сохраняет свои первоначальные свойства;

в) не бросать магнит и вообще избегать сотрясений (ударов, падения на каменный пол и т. д.);

г) никаким подчисткам или подпиливаниям магнит подвергать нельзя.

Постоянные магниты могут быть изготовлены любой нужной формы: прямыми, подковообразными, кольцевыми и т. д.

Постоянные магниты той или иной формы широко применяются в аппаратуре связи (например, в поляризованных реле, телефоне, индукторах, звонках и т. п.).

§ 12. ПОЛЮСЫ МАГНИТОВ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Поместим кусок магнитного железняка или постоянный искусственный магнит в железные опилки и, вынув его затем оттуда, мы обнаружим, что железные опилки прилипли к магниту, причём главным образом на концах магнита, тогда как посредине магнита их нет совсем (рис. 24).

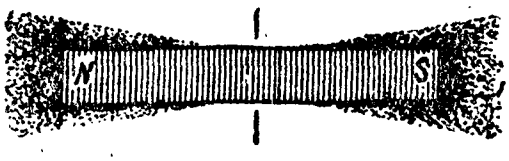


Рис. 24. Притяжение опилок магнитом

Ряд опытов, проведённых с магнитами, привёл к заключению, что наибольшим притяжением обладают концы магнита независимо от его формы.

Места наибольшего притяжения железных опилок (концы магнита) называют магнитными полюсами, а среднюю линию магнита называют линией безразличия, или нейтральной линией.

Если мы магнитную стрелку поместим на острие так, как показано на рис. 25, то заметим, что она устанавливается всегда в одной определённой плоскости земли, а именно: один конец её обращён на север, другой на юг.

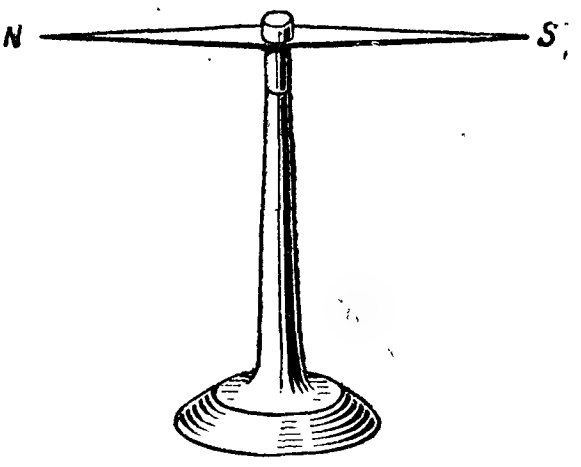


Рис. 25. Магнитная стрелка

Это свойство магнитной стрелки устанавливаться в одном определённом направлении плоскости земли указывает на то, что полюсы магнита имеют магнетизм северный N (норд) и магнетизм южный S (зюд), соответственно и полюсы магнита называют северным (N) и южным (S).

Ряд опытов подтверждает факт взаимодействия полюсов магнита между собой.

Если мы возьмём два постоянных магнита и один из них будем подносить одним полюсом поочерёдно к полюсам другого, то обнаружим следующее явление:

а) при поднесении полюса N магнита M_1 к полюсу S магнита M_2 магниты будут притягиваться друг к другу;

б) при поднесении полюса N магнита M_1 к полюсу N магнита M_2 магниты будут отталкиваться друг от друга.

Опыт убеждает нас в том, что между полюсами магнитов существует определённое взаимодействие, а именно: разноимённые полюсы притягиваются друг к другу, а одноимённые отталкиваются.

На основании этого свойства магнита землю считают большим магнитом, на северном географическом полюсе которого имеется магнетизм южный, а на южном географическом полюсе — магнетизм северный (рис. 26).

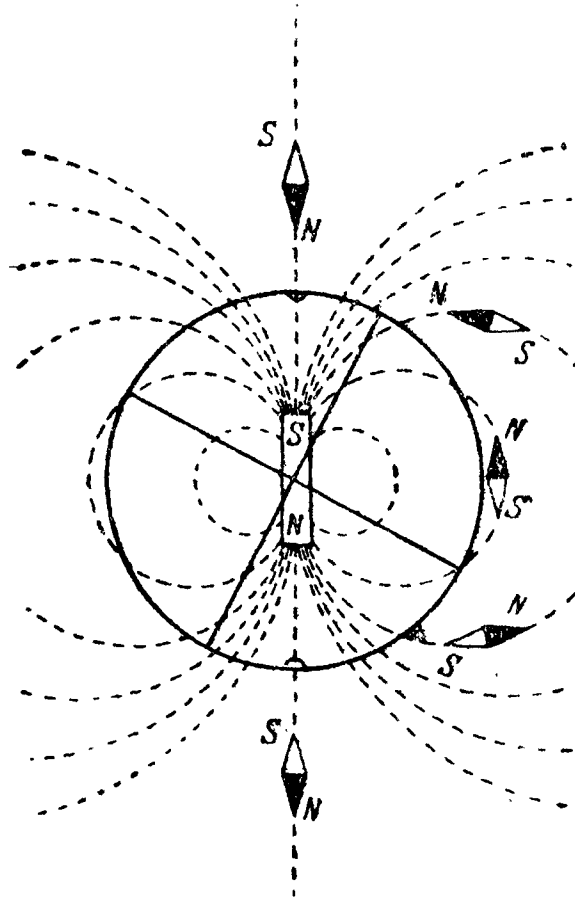


Рис. 26. Магнитное поле земли

Магнитное влияние (индукция)

Если вблизи какого-либо полюса постоянного магнита поместить кусок железа, то последний сам становится магнитом, способным притянуть к себе железные предметы; при этом на конце бруска, расположенном ближе к полюсу магнита (рис. 27), образуется полюс, противоположный полюсу магнита, а на удалённом конце железного бруска образуется полюс, одноимённый с полюсом магнита. Это явление намагничивания железа влиянием называют магнитной индукцией (магнитным влиянием). Необходимо отметить, что при удалении железного бруска из области влияния постоянного магнита магнитные свойства его быстро исчезают. Если же взять вместо железного стальной брусок, то он будет проявлять себя как магнит и после того, как мы уберём постоянный магнит.

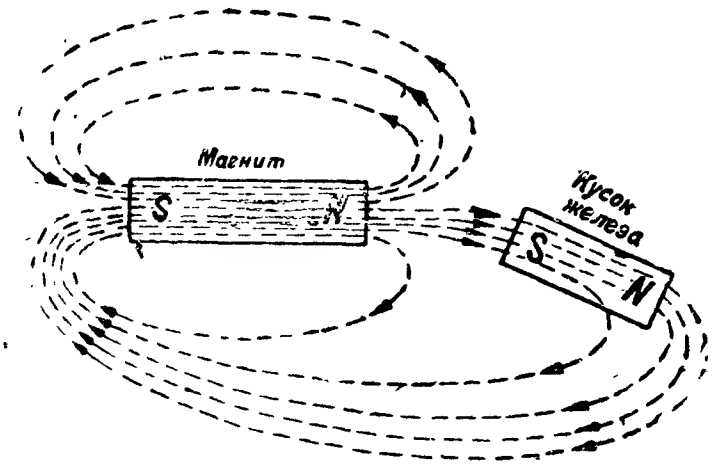


Рис. 27. Магнитная индукция

Это характерное явление сохранения магнетизма в теле по удалении его из области влияния постоянного магнита носит название остаточного магнетизма. Очевидно железо обладает очень малой степенью остаточного магнетизма, тогда как сталь обладает значительным остаточным магнетизмом.

§ 13. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. МАГНИТНЫЕ СИЛОВЫЕ ЛИНИИ

Опыт, поясняющий магнитную индукцию, показывает нам, что в пространстве, окружающем магнит, действует магнитная сила. Пространство, в котором обнаруживается действие магнитной силы (действие магнита на тела), называется магнитным полем. Магнитное поле магнита имеет определённую направленность. Условное направление магнитного поля определяют магнитными силовыми линиями (линиями действия магнитных сил); магнитные силовые линии всегда замкнуты, причём считают, что, выходя из северного полюса, они проходят по окружающему пространству, входят в южный полюс и по телу магнита возвращаются к северному полюсу.

Магнитные силовые линии стремятся замкнуться по кратчайшему пути и не пересекаются одна с другой.

Наглядную картину магнитного силового поля прямого магнита даёт расположение железных опилок на бумаге, помещённой над магнитом (рис. 28).

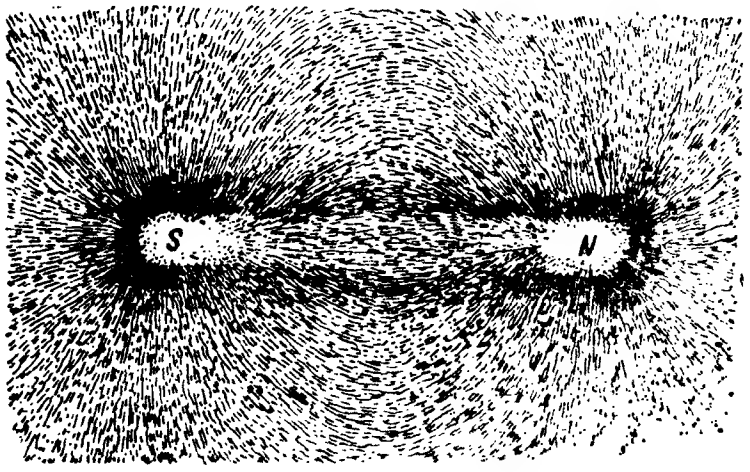


Рис. 28. Магнитное поле прямого магнита

Магнитное поле двух разноимённых полюсов показано на рис. 29, двух одноимённых полюсов — на рис. 30. Из рисунков видно, что магнитные силовые линии поля располагаются неравномерно, сгущаясь у полюсов, отсюда и действие магнитного поля магнита на тела, помещаемые в различные точки поля, будет неодинаковым.

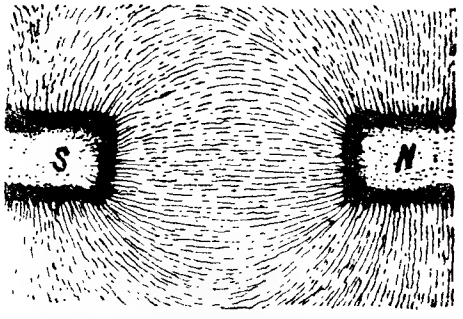


Рис. 29. Магнитное поле между разноименными полюсами магнитов

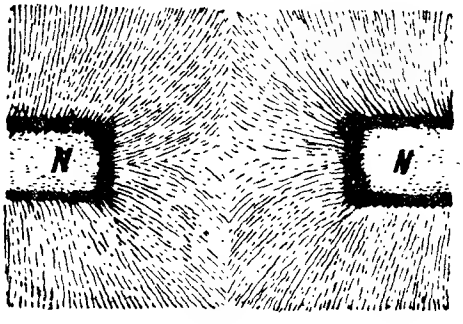


Рис. 30. Магнитное поле между одноименными полюсами магнитов

Механическую силу (выражаемую в единицах силы — динах), с которой магнитное поле действует на единицу северного магнетизма, помещённую в данную точку магнитного поля, называют напряжённостью магнитного поля (H) в данной точке; за единицу напряжённости магнитного поля принят эрстед. Там, где напряжённость магнитного поля больше, силовые линии располагаются гуще, и наоборот, там, где она слабее, — реже.

Характеризуя магнитное поле густотой расположения магнитных силовых линий, условились через каждый квадратный сантиметр его проводить столько силовых линий, сколько единиц силы (дин) имеет напряжённость магнитного поля в данной точке. Поэтому напряжённость магнитного поля измеряется числом магнитных силовых линий, проходящих через 1 $см^2$ площади, перпендикулярной к направлению силовых линий.

Магнитное поле, силовые линии которого идут параллельно в виде прямых, отстоящих на одинаковых расстояниях одна от другой, называют однородным магнитным полем (рис. 31).

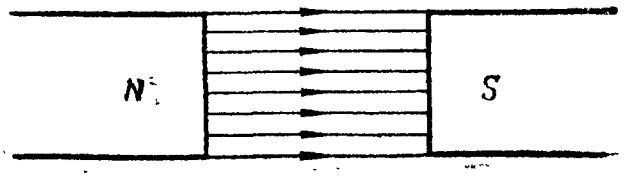


Рис. 31. Однородное магнитное поле

Магнитное поле, в разных точках которого число силовых линий неодинаково, а следовательно неодинакова и напряжённость поля в этих точках, называют неоднородным магнитным полем.

§ 14. СТРОЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Каждый постоянный магнит (искусственный и естественный) имеет, как нам уже известно, два полюса — северный и южный. Разрезав прямой магнит пополам, мы получим два новых магнита, и каждый из них будет иметь северный и южный полюсы (рис. 32). Разрезая полученные магниты на более мелкие части, мы каждый раз будем получать самостоятельные магниты. Если взять два одинаковых магнита и соединить их разноимёнными полюсами, мы получим один магнит с нейтральной линией в месте соединения.

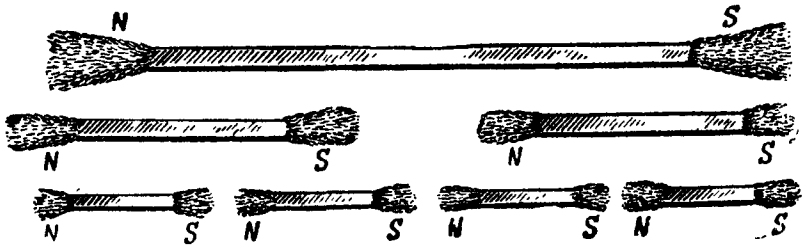


Рис. 32. Свойства постоянного магнита при разрезании его на части

Из приведённого опыта с разрезанием магнита мы можем заключить, что как бы ни был мал магнит по своим размерам, он всегда будет иметь северный и южный магнетизм. Получить магнит с одним полюсом, очевидно, невозможно; это объясняется строением вещества магнита.

С точки зрения современной теории строения вещества (электронной теории), магнетизм возникает как результат вращения

электронов в атомах тел. Вращающийся электрон подобен круговому току (создающему магнитное поле, как это будет объяснено ниже), а последний ведёт себя как маленький элементарный магнитик. Обычно эти элементарные магнитики в ненамагниченном теле расположены беспорядочно и вследствие взаимодействия их полюсов магнитные силы их взаимно уничтожаются (рис. 33). Если же тело подвергнуть действию магнитного поля, то в результате его взаимодействия с элементарными магнитиками последние повернутся так, что северные их полюсы будут обращены в одну сторону, а южные — в другую (рис. 34).

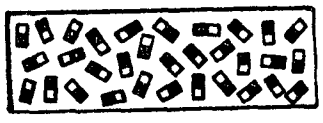


Рис. 33. Расположение молекулярных магнитиков до намагничивания

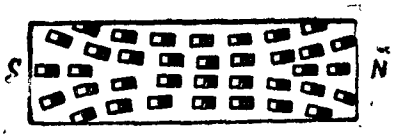


Рис. 34. Ориентирование молекулярных магнитиков после намагничивания

Таким образом, тело сохраняет магнитные свойства и при делении его на какие угодно мелкие части; все они будут обладать свойствами, присущими магниту.

В том случае, когда все элементарные магнитики тела будут повёрнуты под действием магнитного поля, наступает предел намагничивания, или, как говорят, тело доведено до магнитного насыщения.

Если же напряжённость магнитного поля недостаточна (или действия его кратковременны) для того, чтобы ориентировать все элементарные магнитики, тело не достигает магнитного насыщения.

При действии магнитных сил поля на железо в нем довольно быстро наступает магнитное насыщение, но столь же быстро магнитные свойства железа исчезают при прекращении действия магнитного поля; это объясняется тем, что элементарные магнитики железа быстро теряют ориентацию и принимают беспорядочное расположение.

Иначе ведут себя элементарные магнитики стали — после прекращения действия магнитного поля сталь длительное время сохраняет магнитные свойства и только удары и нагрев приведут к потере их. Сталь обладает остаточным магнетизмом, почему и применяется в качестве материала для изготовления постоянных магнитов, тогда как железо для этой цели не годится.

Но железо обладает следующим свойством: когда действие магнитного поля на кусок железа уменьшается или прекращается совсем, молекулярные магнитики под действием упругих сил вновь начинают поворачиваться, и стройность их расположения теряется, благодаря чему кусок железа почти полностью теряет свойство магнита, обладая лишь слабым остаточным магнетизмом.

§ 15. МАГНИТНЫЕ ДЕЙСТВИЯ ТОКА

Магнитное поле прямого проводника с током

Проделаем опыт, который подтверждает существование магнитного поля вокруг проводника с током. Возьмём кусок проволоки и пропустим её через лист картона с насыпанными на него опилками. Пропуская по проволоке электрический ток и слегка постукивая по картону с целью уменьшения силы трения между опилками и картоном, мы заметим, что опилки расположатся по концентрическим окружностям, центром которых будет являться проводник (проволока) (рис. 35).

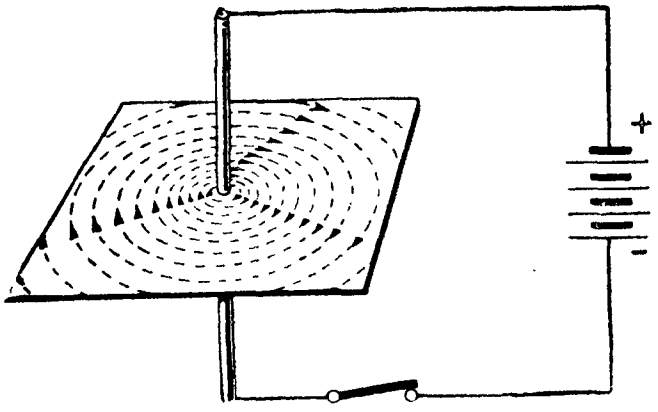


Рис. 35. Магнитное поле прямого проводника

Зная, что опилки могут расположиться так только под действием магнитных сил, мы убеждаемся в существовании магнитного поля вокруг проводника с током.

В 1820 г. Эрстед заметил, что магнитная стрелка, помещённая вблизи проводника, по которому проходит электрический ток, отклоняется на некоторый угол, подобно стрелке в магнитном поле постоянного магнита. На основании этого можно предположить, что при прохождении электрического тока по проводнику вокруг последнего возникает магнитное поле. Действие тока в проводнике на стрелку показано на рис. 36. Если изменить направление тока в проводнике, то стрелка повернётся в противоположном направлении.

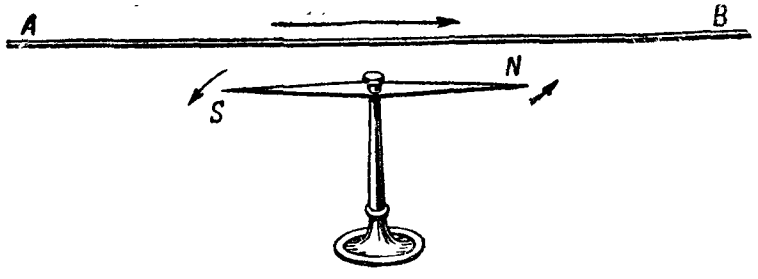


Рис. 36. Влияние тока на магнитную стрелку

Направление магнитных силовых линий поля, образованного вокруг прямого проводника, определяется по так называемому правилу «буравчика», которое гласит: *если буравчик ввёртывать по направлению движения тока в проводнике, то вращение ручки буравчика укажет направление магнитных линий поля, образованного вокруг проводника* (рис. 37).

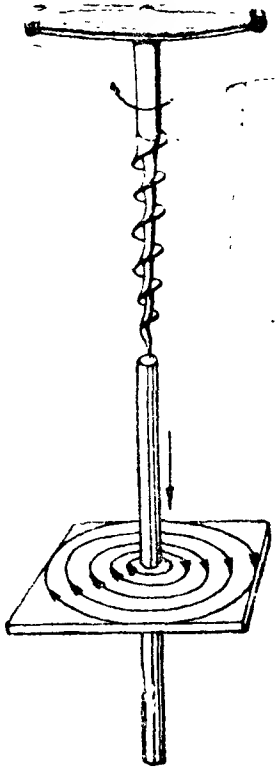


Рис. 37. Схема, поясняющая правило «буравчика»

Для определения направления магнитных линий поля можно пользоваться еще и таким способом, совпадающим с правилом «буравчика». Если смотреть вдоль проводника, то, когда ток уходит от наблюдателя за плоскость чертежа, силовые линии магнитного поля имеют направление, совпадающее с направлением движения часовой стрелки, а когда ток идет на наблюдателя, линии магнитного поля имеют направление против движения часовой стрелки (рис. 38). Ток, идущий от наблюдателя, изображают крестиком (хвост стрелки — рис. 38, *а*), а ток, идущий на наблюдателя,— точкой (острие стрелки — рис. 38, *б*).

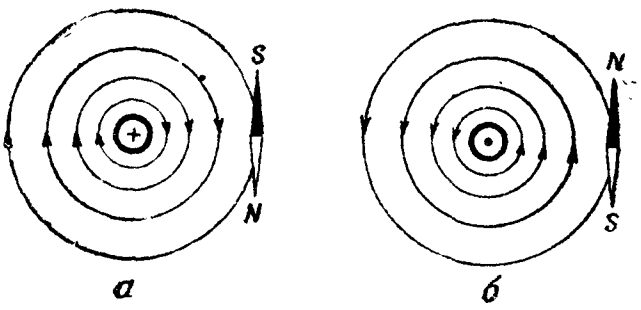


Рис. 38. Направление линий магнитного поля вокруг прямого проводника:
а — ток идет от наблюдателя; *б* — ток идет на наблюдателя

Магнитное поле кругового проводника с током

Возьмём проводник и свернём его в кольцо, пропустив предварительно через картон, на который насыпаны железные опилки так, как это показано на рис. 39. Пропуская по этому круговому проводнику электрический ток, обнаружим, что расположение опилок будет не таким, как вокруг прямого проводника. Силовые линии выходят с одной стороны кольца и входят в него с другой стороны, обходя проводник кругом (рис. 39).

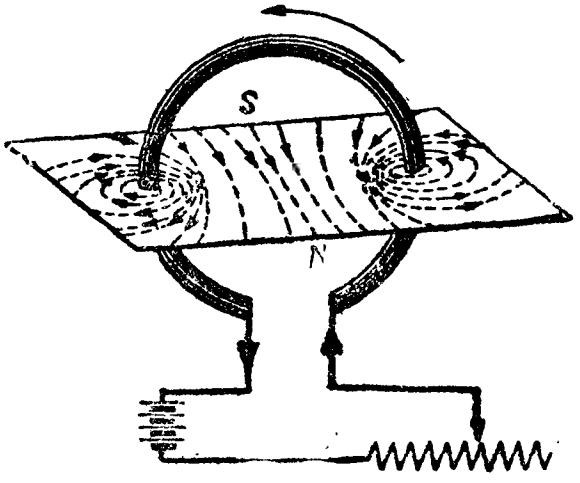


Рис. 39. Магнитное поле проводника с током, свернутого в кольцо

Расположение опилок вокруг кругового проводника с током приводит к заключению, что в магнитном поле кругового тока:

а) линии сил не являются правильными кругами;

б) линии сил обходят проводник кругом;

в) густота силовых линий внутри круга больше;

г) силовые линии поля входят с одной стороны круга, а выходят с другой его стороны.

При определении направления движения линий магнитного поля кругового проводника пользуются также правилом «буравчика».

Сравнивая магнитное поле кругового тока с полем постоянного магнита, мы видим, что круговой проводник с током подобно тон-

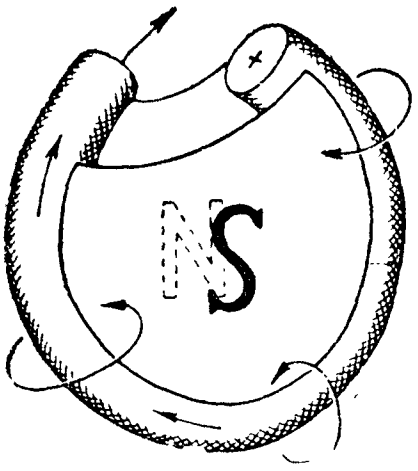


Рис. 40. Схема витка провода, представляющего собой «магнитный листок»

кой пластинке постоянного магнита является как бы «магнитным листком», причём та сторона круга, откуда выходят линии сил поля, будет иметь северный полюс, а та сторона, куда входят линии сил магнитного поля, будет иметь южный полюс (рис. 40).

Свойства магнитного поля тока. Мы уже видели, что магнитное поле тока действует на магнитную стрелку и соответственным образом располагает опилки, следовательно, магнитное поле, образованное током, по своей природе такое же, как и поле постоянных магнитов. Действительно, при внесении куска железа в магнитное поле, образованное током, последний становится магнитом. Магнитное поле тока и магнитное поле постоянного магнита взаимодействуют между собой точно так же, как и два постоянных магнита.

§ 16. СОЛЕНОИД

Проводник, свёрнутый в спираль и состоящий из нескольких витков проволоки, по которой пропускают электрический ток, называют соленоидом (рис. 41).

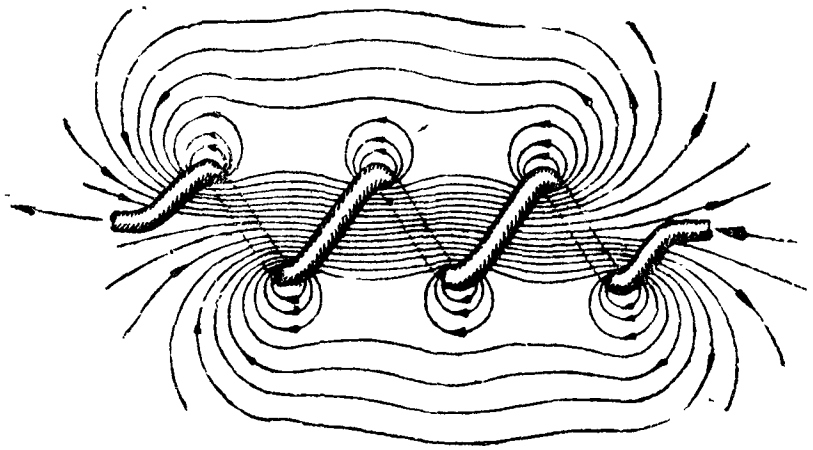


Рис. 41. Соленоид

Вокруг каждого витка такой спирали (соленоида) образуются магнитные силовые линии, направление которых легко определить по правилу «буравчика» для кругового тока. Между каждой парой соседних витков силовые линии имеют взаимно противоположное направление, и, следовательно, они взаимно отталкиваются. Внутри же и снаружи соленоида линии сил совпадают по направлению, следовательно, они складываются, образуя одно общее (результирующее) магнитное поле.

Внимательно рассмотрев рис. 41, приходим к заключению, что магнитные свойства соленоида такие же, как и свойства прямого постоянного магнита. Линии сил магнитного поля выходят из одного конца соленоида и входят в другой его конец.

Если мы подвесим соленоид так, чтобы он мог свободно вращаться, то заметим, что он расположится подобно магниту, т. е. один конец соленоида будет обращён на север, а другой на юг.

Итак, соленоид можно рассматривать как магнит, имеющий два полюса — северный (N) и южный (S) — и нейтральную линию. Для определения полюсов на концах соленоида применяют правило «правой руки»: *если положить правую руку ладонью на соленоид так, чтобы ток в витках совпадал с направлением вытянутых четырёх пальцев, то отогнутый большой палец укажет на северный полюс соленоида* (рис. 42).

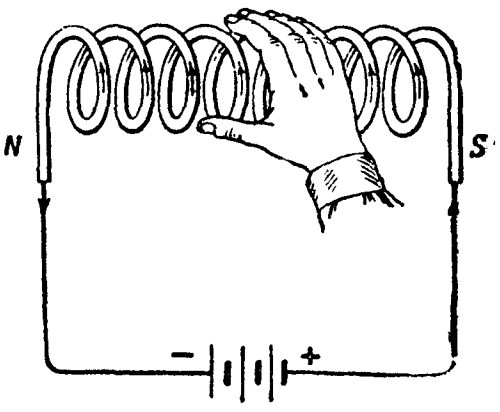


Рис. 42. Правило «правой руки» для определения полярности соленоида

Чем больше витков имеет соленоид и чем больше протекающий по нему ток, тем сильнее магнитное поле соленоида, тем больше напряжённость поля соленоида.

Произведение силы тока на число витков соленоида называют ампер-витками. Поэтому можно сказать, что напряжение поля соленоида тем больше, чем больше его ампер-витки. Имея представление о магнетизме и свойствах постоянных магнитов и вместе с этим зная, что представляют собой магнитные силовые линии и магнитное поле, мы можем дать определение и магнитному потоку, вспомнив при этом, что магнитные силовые линии соленоида выходят из северного полюса его и входят в южный полюс.

Магнитным потоком соленоида называют полное число магнитных силовых линий, выходящих из северного полюса соленоида и входящих в его южный полюс.

§ 17. ЭЛЕКТРОМАГНИТ

Если к соленоиду, по которому проходит ток, поднести кусок железа, то последний намагнитится так же, как он намагнитился бы в поле постоянного магнита (рис. 43), причём большинство магнитных силовых линий пройдёт через железо (магнитным силовым линиям легче замкнуться через железо, чем через воздух) и, стремясь замкнуться по кратчайшему пути, приведёт к тому, что железо втянется внутрь соленоида.

Соленоид с железным сердечником обладает значительно большей силой притяжения, чем соленоид без железа.

Стержень из мягкого железа, на который намотана изолированная проволока (соленоид), называется электромагнитом. Же-

лезный стержень называют сердечником электромагнита, а витки провода — обмоткой его.

Электромагниты могут иметь различную форму: прямую (рис. 44), подковообразную (рис. 45) и т. д. Для сердечников берут лучшие сорта мягкого железа с малым остаточным магнетизмом, для того чтобы при прекращении тока магнитные свойства электромагнитов прекращались. Для обмоток электромагнитов применяют медный изолированный провод.

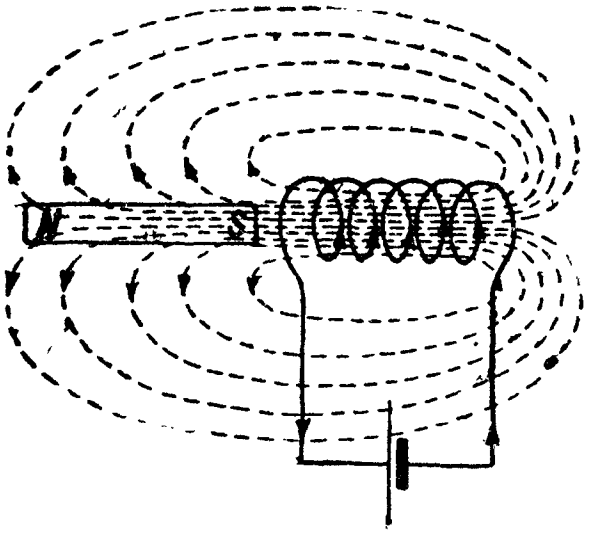


Рис. 43. Намагничивание куска железа соленоидом

Для определения полюсов электромагнита пользуются тем же правилом «правой руки», что и для соленоида (рис. 46).

Обычно электромагнит состоит из обмотки, сердечника и подвижной части — якоря.

Каждый электромагнит заканчивается вверху уширенной частью, так называемой полюсной надставкой. Полюсная надставка делается из мягкого железа и укрепляется на сердечнике электромагнита; она улучшает работу электромагнита и уменьшает магнитное сопротивление цепи, увеличивая полезную поверхность, действующую на якорь.

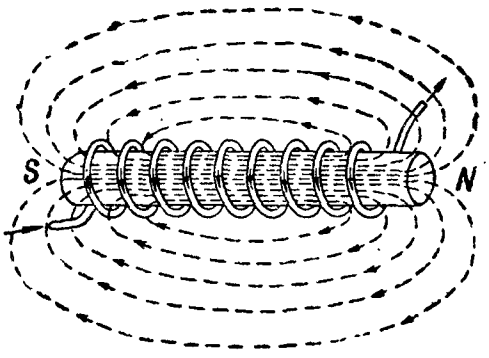


Рис. 44. Прямой электромагнит

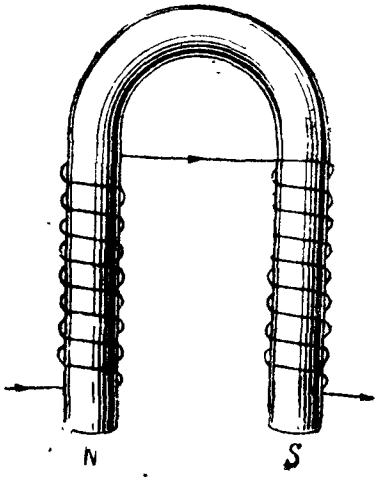


Рис. 45. Подковообразный электромагнит

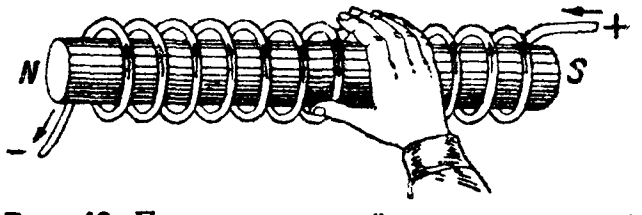


Рис. 46. Правило «правой руки» для определения полюсов электромагнита

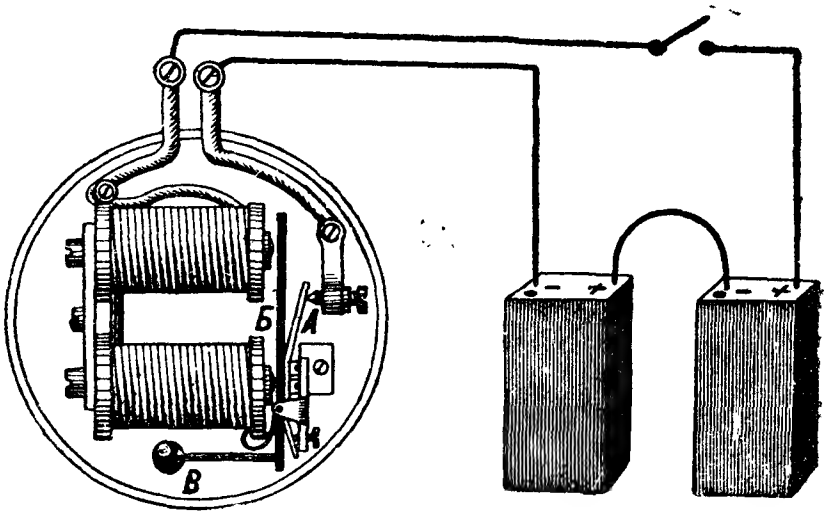


Рис. 47. Электромагнит звонка постоянного тока (неполяризованный электромагнит)

Электромагнит является временным магнитом, так как магнитное поле возбуждается в нём только в то время, когда по его обмотке проходит электрический ток.

Электромагниты делают простые и поляризованные. Примером простого электромагнита являются электромагнит аппарата Морзе и электромагнит простого звонка постоянного тока (рис. 47).

Поляризованные электромагниты отличаются от простых тем, что они имеют искусственно наведённую полярность (постоянное подмагничивание) на сердечнике или на якоре, или на том и другом одновременно, создаваемую постоянными магнитами. Отсюда следует, что простой электромагнит срабатывает независимо от того, какое направление имеет ток в обмотках его катушек, а поляризованный электромагнит может срабатывать только от тока такого направления, который создаёт магнитное поле, усиливающее поле постоянного магнита.

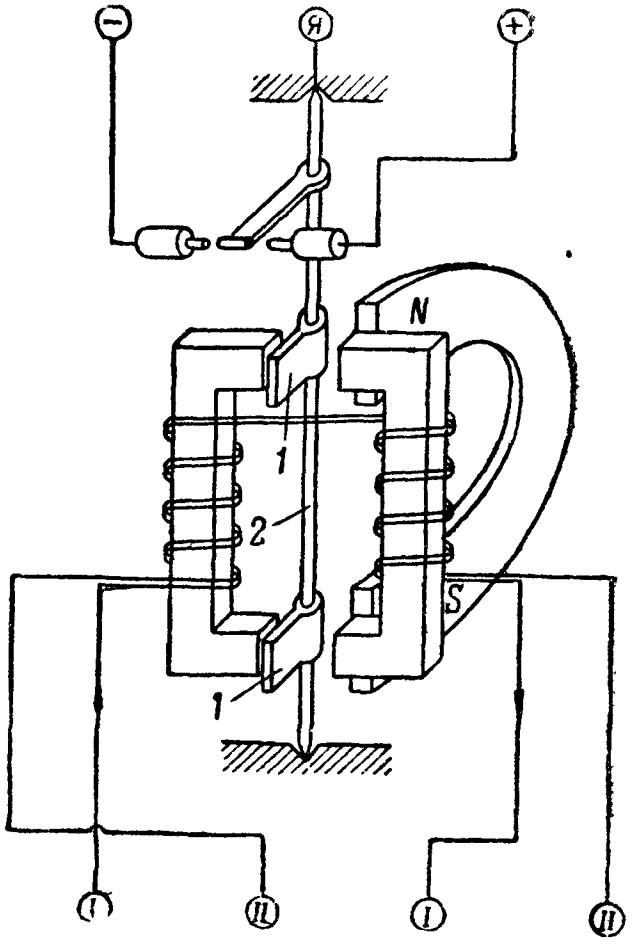


Рис. 48. Схема поляризованного электромагнита

Примером поляризованного электромагнита является телеграфное реле Присса (рис. 48), электромагнит телефона и поляризованного звонка. Электромагниты имеют широкое и самое разнообразное применение в технике (в телефонном и телеграфном деле, для подъёма тяжестей, которые притягиваются к магниту, и т. д.).

§ 18. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ПРОВОДНИКОМ С ТОКОМ И МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Если проводник, по которому проходит электрический ток, поместить в магнитное поле, то на проводник будет действовать сила, стремящаяся вытолкнуть его из магнитного поля.

Введём проводник с током в магнитное поле, образованное постоянным магнитом N — S (рис. 49); тогда в результате взаимодействия магнитного поля тока и магнитного поля постоянного магнита создаётся одно результирующее поле.

Как это видно из рис. 49, линии сил магнитного поля проводника с током в правой части чертежа будут складываться с линиями сил магнитного поля постоянного магнита, как имеющие одно и то же направление; а линии сил магнитного поля проводника и постоянного магнита в левой части будут взаимно уничтожаться как линии, направленные друг другу навстречу.

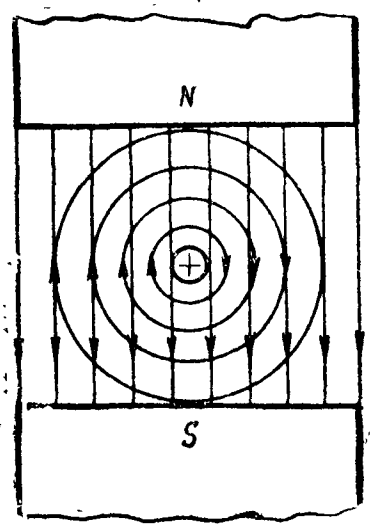


Рис. 49. Схема магнитных полей постоянного магнита и проводника с током

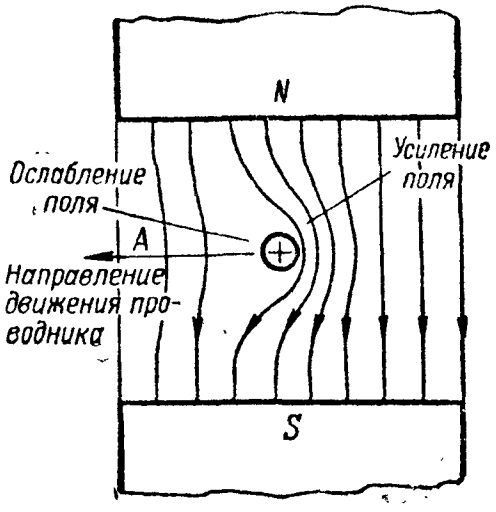


Рис. 50. Результирующее поле и направление выталкивания проводника

Следовательно, из двух магнитных полей образовалось одно общее поле, которое справа от проводника гуще, чем с левой стороны проводника (рис. 50).

Магнитные силовые линии равнодействующего (общего) поля стремятся укоротиться; следовательно, на проводник будет действовать справа налево некоторая сила, стремящаяся вытолкнуть про-

водник из поля, причём направление выталкивания проводника будет перпендикулярно направлению линий сил магнитного поля постоянного магнита, т. е. будет таким, как показано стрелкой *А* на рис. 50.

Если мы изменим в проводнике направление тока, то изменится и направление выталкивания, т. е. проводник будет выталкиваться слева направо.

Что значит выталкивание проводника из поля? Это значит, что проводник под действием силы совершает движение.

Сила выталкивания проводника будет тем больше, чем больше напряжение поля постоянного магнита и больше сила тока, протекающего по проводнику.

Чтобы узнать, в какую сторону будет выталкиваться (перемещаться) помещённый в магнитном поле проводник с током, существует п р а в и л о «л е в о й р у к и».

Это правило формулируется так: *если левую руку расположить в магнитном поле так, чтобы силовые линии входили в ладонь, а вытянутые четыре пальца были направлены вдоль проходящего по проводнику тока, то отогнутый большой палец укажет направление движения этого проводника* (рис. 51).

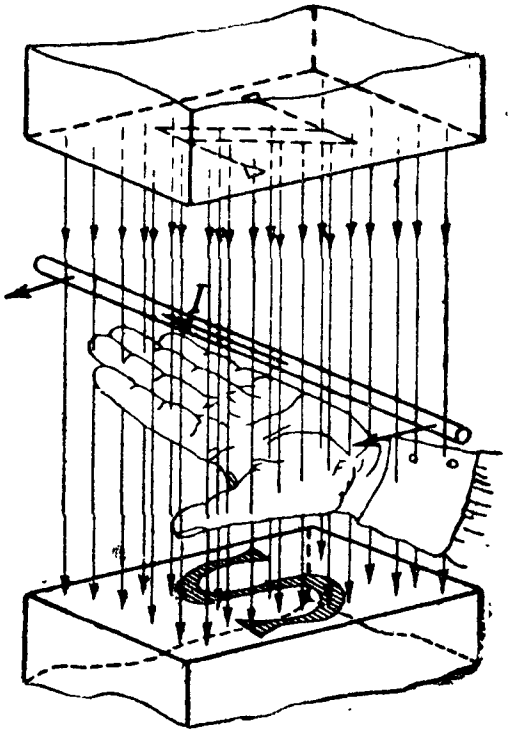


Рис. 51. Правило «левой руки»

На принципе взаимодействия магнитного поля с проводником, по которому проходит ток, основано устройство электродвигателей и магнитоэлектрических измерительных приборов.

§ 19. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ДВУМЯ ПРОВОДНИКАМИ С ТОКОМ

Если два проводника, по которым проходит электрический ток, идут параллельно, недалеко друг от друга, то они взаимодействуют друг с другом. Когда по обоим проводникам течёт ток одного направления, они притягиваются друг к другу, а когда по проводникам течёт ток в разных направлениях, они друг от друга отталкиваются.

Это притяжение и отталкивание проводников объясняются тем, что их магнитные поля, образованные токами, взаимодействуют между собой.

Рассмотрим рис. 52, на котором показано расположение магнитных силовых линий, когда токи в проводниках текут в одном направлении, и рис. 53, когда токи в проводниках текут в разных направлениях.

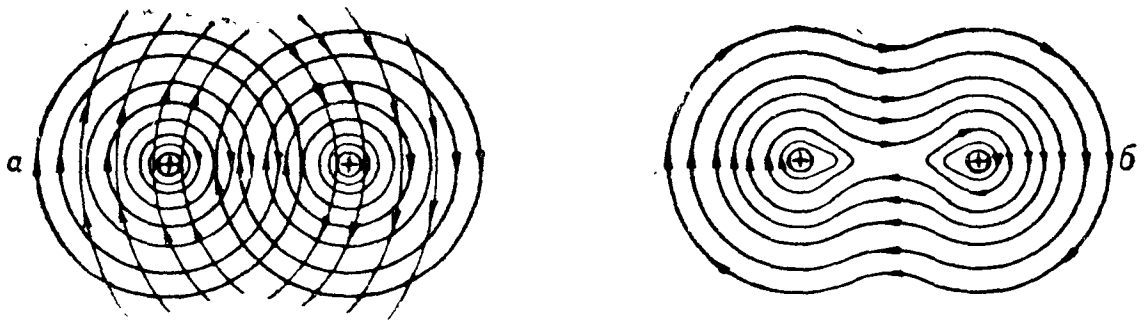


Рис. 52. Магнитное поле вокруг проводников с токами одного направления:
а — магнитные поля вокруг каждого проводника; *б* — результирующее магнитное поле

На рис. 52, *а* показано, что магнитные силовые линии в пространстве между проводниками направлены навстречу друг другу и будут взаимно уничтожаться, а поэтому магнитное поле между проводниками будет ослаблено. Снаружи этих проводников (также сверху и снизу) направление магнитных силовых линий совпадает (рис. 52, *б*), следовательно, поле в этих местах сгущается. Исходя из того, что магнитная силовая линия стремится сократиться, следует, что давление на наружные стороны обоих проводников будет больше, чем на внутренние, и поэтому проводники будут притягиваться друг к другу.

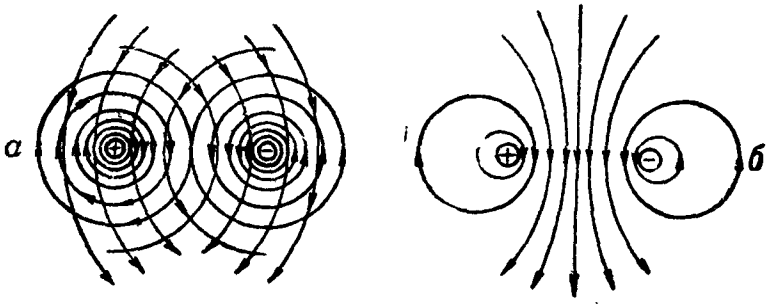


Рис. 53. Магнитное поле вокруг проводников с токами разных направлений:
а — магнитные поля вокруг каждого проводника; *б* — результирующее магнитное поле

В случае же, если токи в проводниках текут в разные стороны, силовые линии магнитных полей обоих проводников совпадают по направлению в пространстве между проводниками (рис. 53, *а*), создавая так называемый боковой распор, вследствие чего давление на внутренние стороны проводника будет больше, нежели на наружные, и проводники будут отталкиваться друг от друга (рис. 53, *б*).

Взаимодействие двух проводников, по которым протекают токи, тем больше, чем больше токи, протекающие по проводникам, и чем меньше расстояние между проводниками.

На взаимодействии двух проводников с током основано устройство электродинамических измерительных приборов: вольтметров, амперметров и главным образом ваттметров.

§ 20. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Если проводник *АБ* (рис. 54) поместить в магнитное поле, образованное полюсами магнита N и S, и перемещать его в этом поле так, чтобы он пересекал магнитные силовые линии, то в проводнике *АБ* появится ЭДС, которую называют ЭДС индукции, или индуктированной ЭДС. Явление, в результате которого возникает ЭДС индукции, называют электромагнитной индукцией.

Замыкая вне магнитного поля проводник *АБ* на какой-либо прибор, мы получим в этой цепи электрический ток, который называют индуктированным током. Присутствие тока в цепи обнаруживается прибором *Г*, стрелка которого отклоняется всякий раз, как только мы перемещаем проводник, если при этом происходит пересечение силовых линий магнитного поля.

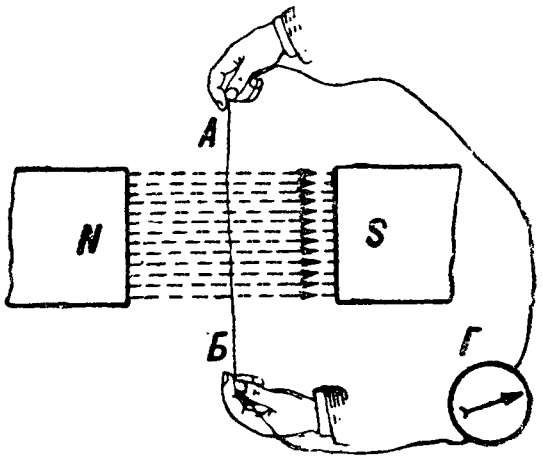


Рис. 54. Получение индуктированной ЭДС в проводнике, перемещаемом между полюсами магнита

При перемещении проводника *АБ* в одну сторону в нём индуктируется ток одного направления, а при перемещении его в другую сторону в нём индуктируется ток обратного направления. Так например, при перемещении проводника *АБ* перпендикулярно к силовым линиям от нас, за плоскость чертежа (рис. 54), в проводнике индуктируется ток направления от точки *А* к точке *Б*; при перемещении же проводника на нас, из-за плоскости чертежа, в проводнике индуктируется ток обратного направления, т. е. от точки *Б* к точке *А*.

Перемещаясь вдоль силовых линий магнитного поля (от одного полюса к другому), проводник только скользит по ним, а не пересекает их; в этом случае в проводнике не возникает ЭДС, а следовательно, в цепи не может быть индуктированного тока.

Многочисленные опыты, проведённые учёным Фарадеем, привели его к заключению, что индуктированная ЭДС возникает в проводнике всякий раз, когда меняется поле, в котором помещён проводник, или когда проводник перемещается в магнитном поле, пересекая магнитные силовые линии. Таким образом, для получения индуктированной ЭДС необходимо и достаточно изменять магнитное поле.

Явление электромагнитной индукции наблюдается в трёх случаях:

а) Когда в каком-либо магнитном поле перемещается проводник или движется само магнитное поле, а проводник неподвижен. На рис. 55 показан случай, когда постоянный магнит приближается к проводнику и удаляется от него и в проводнике возникает ЭДС.

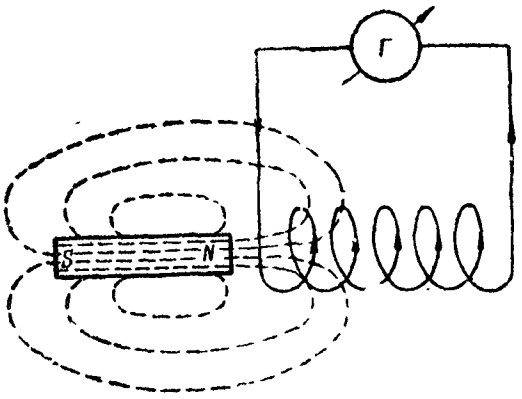


Рис. 55. Получение индуктированной ЭДС приближением и удалением постоянного магнита к катушке

б) Когда электрический ток, проходящий по одной обмотке катушки, меняется вследствие замыкания и размыкания цепи. Во второй катушке при этом возникает ЭДС индукции (рис. 56).

в) Когда по одному из двух параллельно идущих проводников проходит меняющийся ток или цепь будет замыкаться и размыкаться. Во втором проводнике при этом также возникает ЭДС (рис. 57).

Для определения направления индуктированного тока в проводнике, перемещающемся в магнитном поле, надо пользоваться правилом «правой руки» (рис. 58).

Это правило формулируется так: *чтобы определить направление индуктированного тока в проводнике при движении его в магнитном поле, надо правую руку расположить так, чтобы силовые линии входили в ладонь, а отогнутый большой палец указывал направление перемещения проводника в магнитном поле; тогда вытянутые четыре пальца укажут направление индуктированного тока в проводнике.*

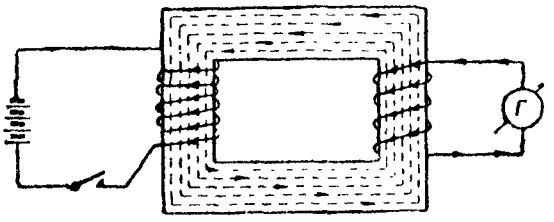


Рис. 56. Получение индуктированной ЭДС в трансформаторе

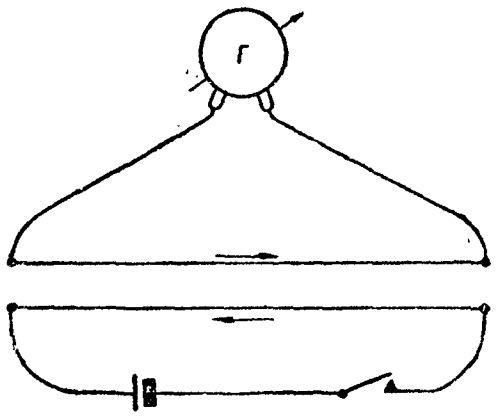


Рис. 57. Получение индуктированной ЭДС в проводнике, параллельном другому проводнику

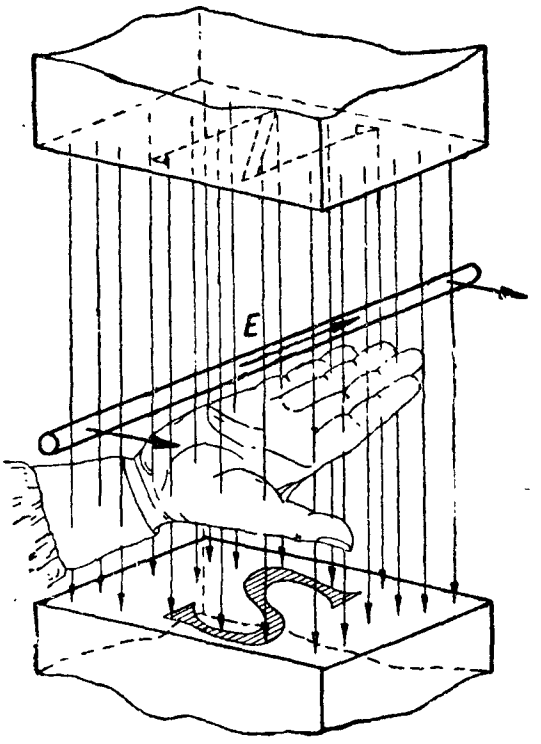
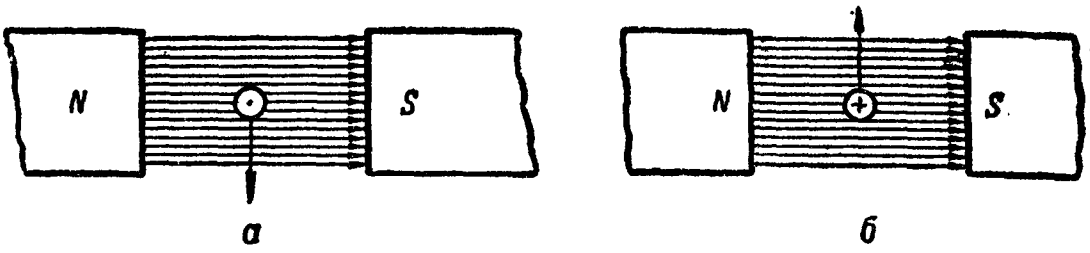


Рис. 58. Определение направления индуктированного тока в проводнике (правило «правой руки»)



а *б*

Рис. 59. Два случая направления тока в проводнике при его движении в магнитном поле:

а — проводник движется вниз, ток в проводнике идет из-за плоскости чертежа; *б* — проводник движется вверх, ток в проводнике идет за плоскость чертежа

Рассматривая рис. 59 и применяя к нему это правило, мы видим, что при движении проводника вниз индуктированный в проводнике ток идёт на нас из-за плоскости чертежа (рис. 59, *а*). На рис. 59, *б* показано положение, когда проводник движется вверх, а индуктированный в нём ток идёт от нас за плоскость чертежа.

Кроме указанных правил, для определения направления индуктированного тока можно пользоваться правилом или законом русского учёного Ленца; это правило выражается так: *направление индуктированного тока в проводнике таково, что он всегда противодействует причине, его вызвавшей.*

Мы знаем, что ЭДС индукции получается тогда, когда проводник, перемещаясь, пересекает магнитные силовые линии. Наивыгоднейшим условием получения ЭДС индукции будут такие условия, когда направление движения проводника в магнитном поле и направление магнитных силовых линий поля взаимно перпендикулярны. В этом случае проводник пересечёт в каждую секунду наибольшее число магнитных силовых линий, а следовательно, и величина индуктированной ЭДС будет иметь наибольшее значение. Кроме того, чтобы получить наибольшую величину ЭДС индукции в проводнике, надо:

а) увеличить скорость движения проводника, так как в этом случае проводник будет в каждую секунду пересекать большее число магнитных силовых линий;

б) увеличить напряжение магнитного поля, так как с увеличением напряжения поля густота линий будет больше и проводник пересечёт большее их количество;

в) увеличить активную длину проводника, так как чем длиннее проводник, пересекающий магнитные силовые линии, тем больше будет величина индуктированной ЭДС.

§ 21. САМОИНДУКЦИЯ И ТОКИ ФУКО

Мы видели, что в замкнутом проводнике или катушке при изменении магнитного потока, образованного магнитом или другим проводником с током, возникает ЭДС. Явление это мы назвали индукцией, а возникшую при этом ЭДС назвали индуктированной ЭДС, или ЭДС индукции.

Но ЭДС индуктируется в замкнутом проводнике или катушке и в том случае, когда происходит изменение магнитного потока, созданного самим же проводником с током; такое явление называется самоиндукцией, а индуктированная при этом ЭДС называется электродвижущей силой самоиндукции.

Величина ЭДС самоиндукции, как и величина индуктированной ЭДС, зависит от скорости изменения магнитного потока и коэфициента самоиндукции. Направление ЭДС самоиндукции таково, что она всегда противодействует причине, её вызвавшей.

При увеличении силы тока в цепи ЭДС самоиндукции будет направлена против тока, препятствуя его увеличению; при уменьшении силы тока в цепи ЭДС самоиндукции будет совпадать с направлением тока, противодействуя его уменьшению.

Коэфициент самоиндукции измеряется в генри (*гн*). Один генри есть коэфициент самоиндукции такой катушки, в которой при изменении силы тока на один ампер в одну секунду индуктируется ЭДС самоиндукции, равная одному вольту.

Чем быстрее меняется сила тока в какой-нибудь цепи, тем значительнее возникающая в ней ЭДС самоиндукции, так как при этом происходит более быстрое изменение магнитного потока.

Явление самоиндукции происходит и в таких цепях, в которых нет катушек и спиральных проводников; ЭДС самоиндукции в этом случае проявляется значительно слабее.

Таким образом, в одних проводниках, при данной скорости изменения силы тока, ЭДС самоиндукции будет больше, в других меньше. Обыкновенно для краткости говорят, что одни проводники обладают большей самоиндукцией, а другие обладают меньшей самоиндукцией.

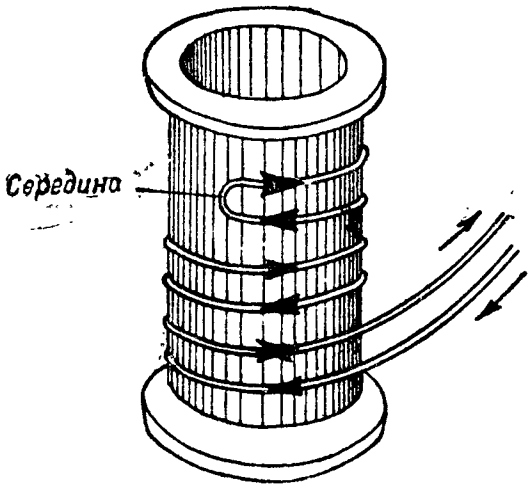


Рис. 60. Катушка с бифилярной обмоткой

Для некоторых цепей требуются катушки, не обладающие самоиндукцией. На такие катушки наматывается проволока, сложенная вдвое (рис. 60). В каждых двух соседних витках такой катушки токи идут в противоположных направлениях, поэтому магнитный поток, создаваемый одной половиной витков катушки, будет уничтожаться магнитным потоком, создаваемым другой половиной витков. В результате в катушке не будет создаваться магнитного поля, а следовательно, она не будет обладать самоиндукцией. Такая обмотка называется бифилярной.

Электромагниты с бифилярной обмоткой делать нельзя, так как она не создаёт магнитного поля и электромагнит не будет притягивать якорь.

В цепи с электромагнитом, благодаря его большой самоиндукции, при размыкании и замыкании цепи всегда образуется искра и обгорают контакты в месте разрыва цепи. При размыкании цепей с очень большой самоиндукцией (например, электромагнитов) возникающая при этом ЭДС самоиндукции может быть в несколько раз больше ЭДС источника тока.

Токи Фуко

Если силовые линии магнитного поля неподвижны, а сплошные металлические массы при своём движении пересекают силовые линии, то в металлических массах индуктируются короткозамкнутые токи, так называемые токи Фуко. То же самое получится, если металлические массы неподвижны, а магнитное поле будет изменяться так, что число силовых линий, пересекающих эти металлические массы, будет или увеличиваться, или уменьшаться.

Проделаем следующий опыт.

Между полюсами N и S подковообразного магнита (рис. 61) будем вращать диск, сделанный из хорошо проводящего металла (например, из алюминия или меди); через некоторое время мы заметим, что диск станет тёплым или даже горячим. Это происходит от того, что в диске появились токи Фуко, которые, по закону Джоуля-Ленца, выделили тепло.

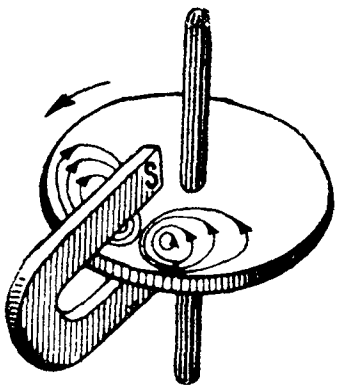


Рис. 61. Получение токов Фуко во вращающемся диске

Токи Фуко, проходя по металлическим частям, нагревают их, на что совершенно непроизводительно затрачивается некоторая часть энергии; кроме того, при вращении сплошной массы в магнитном поле токи Фуко будут создавать своё магнитное поле, которое, взаимодействуя с полем магнита, будет тормозить вращение. По этой причине токи Фуко называют паразитными токами. Уничтожить токи Фуко невозможно, но там, где это нужно, действие их можно значительно ослабить. Для этого металлические массы делают не сплошными, т. е. не из одного куска, а составляют их из большого числа отдельных пластин (перпендикулярных токам Фуко), изолированных друг от друга, благодаря чему ослабляется действие токов Фуко. Якори динамомашин, например, делают не из сплошного куска железа, а составляют из отдельных железных листов, изолированных друг от друга лаком или окалиной. Точно так же делают сердечники трансформаторов и электромагнитов. Сердечник делают часто из пучка железных проволок, покрытых окалиной, которая в достаточной мере препятствует прохождению токов Фуко. В настоящее время, с целью уменьшить потери на токи Фуко, сердечники некоторых приборов делают из специального сорта химически чистого железа, из ряда отдельных, изолированных друг от друга пластин.

§ 22. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ДИНАМОМАШИН

Если поместить между полюсами N и S некоторый проводник и начать вращать его каким-либо двигателем, то в проводнике возникает индуктированная ЭДС, так как проводник, вращаясь, будет пересекать магнитные силовые линии (рис. 62). В той части проводника, которая проходит под северным полюсом, направление ЭДС будет одно, а в той части, которая проходит под южным полюсом, направление ЭДС будет противоположное. Но так как стороны проводника соединены последовательно, то ЭДС в проводнике будет складываться. Величина ЭДС в проводнике зависит от напряжения магнитного поля, длины проводника, который пересекает магнитные линии, и скорости перемещения проводника в магнитном поле.

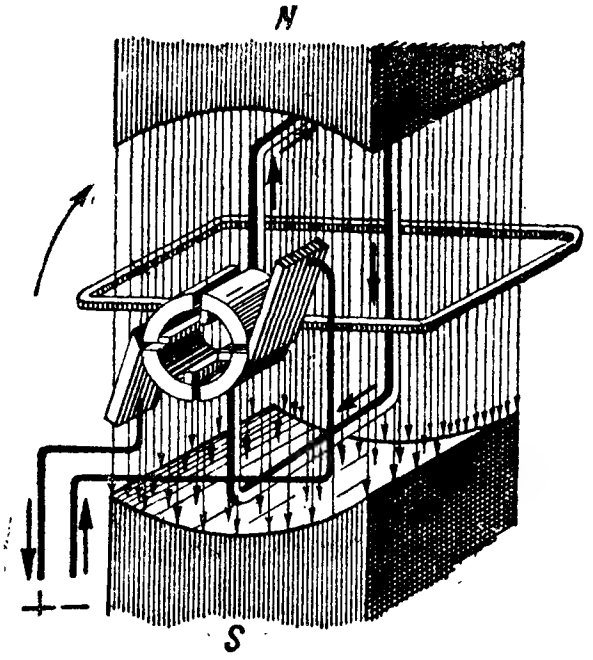


Рис. 62. Принцип действия динамомашины

Динамомашины постоянного тока и генераторы переменного тока по принципу действия совершенно одинаковы, только динамомашины постоянного тока, имея коллектор, дают выпрямленный ток, т. е. ток, протекающий в одном направлении.

Всякая динамомашина постоянного тока может быть электродвигателем постоянного тока, и наоборот.

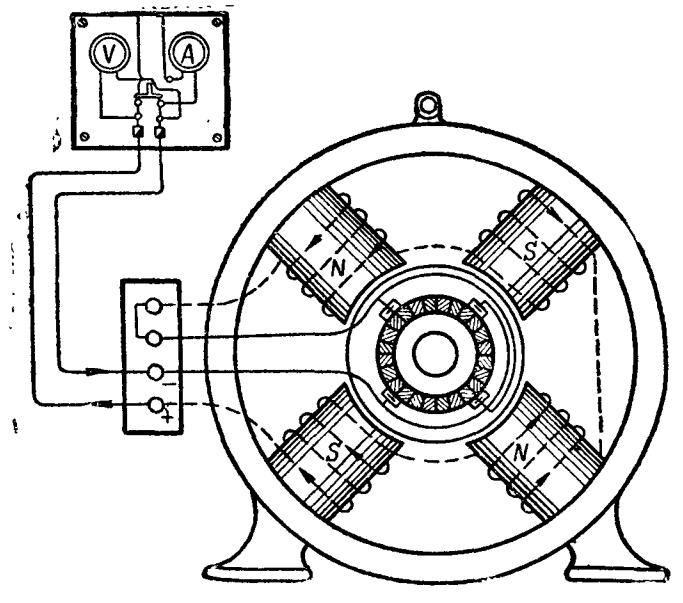


Рис. 63. Динамомашина с последовательным возбуждением

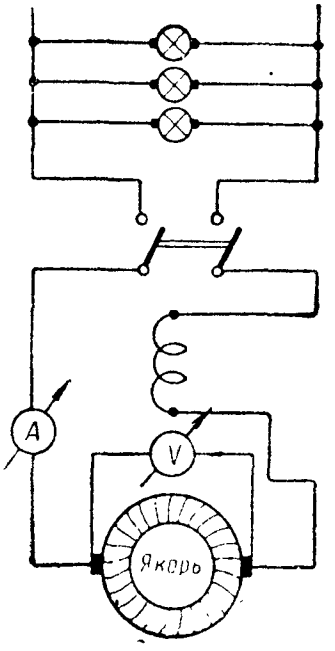


Рис. 64. Схема включения динамомашины с последовательным возбуждением

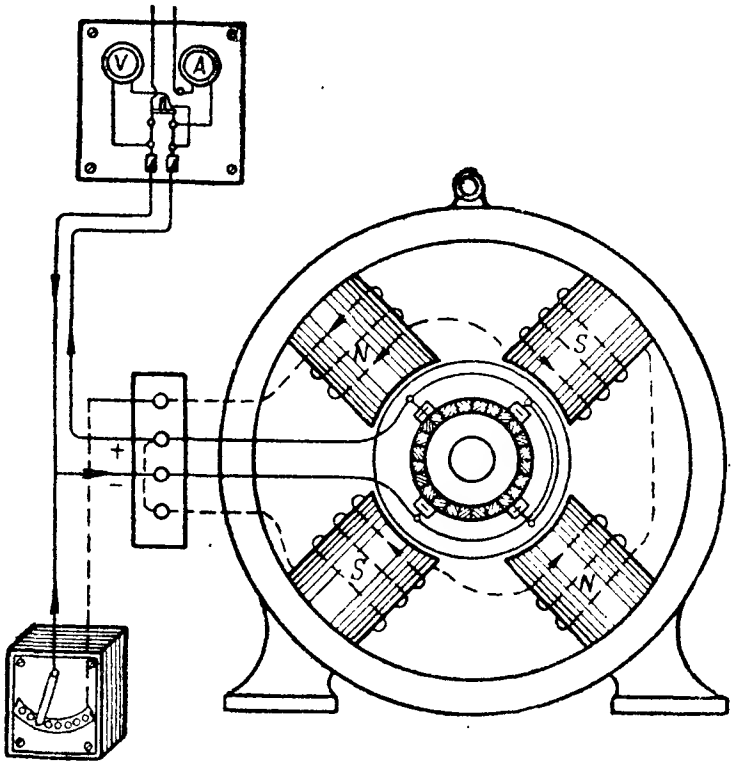


Рис. 65. Динамомашина с параллельным возбуждением

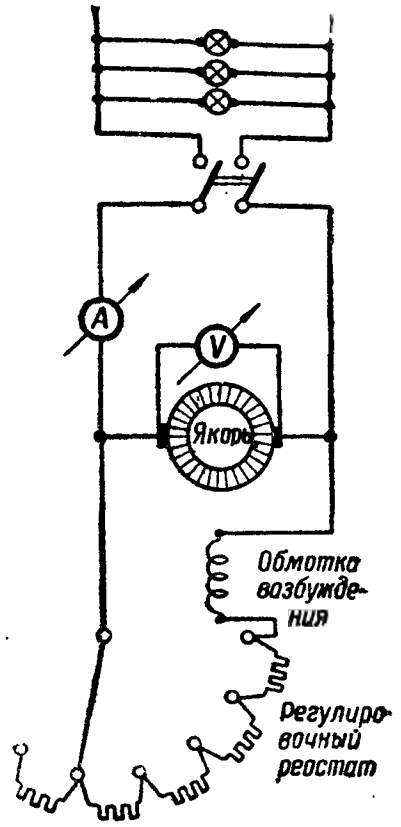


Рис. 66. Схема включения динамомашины с параллельным возбуждением

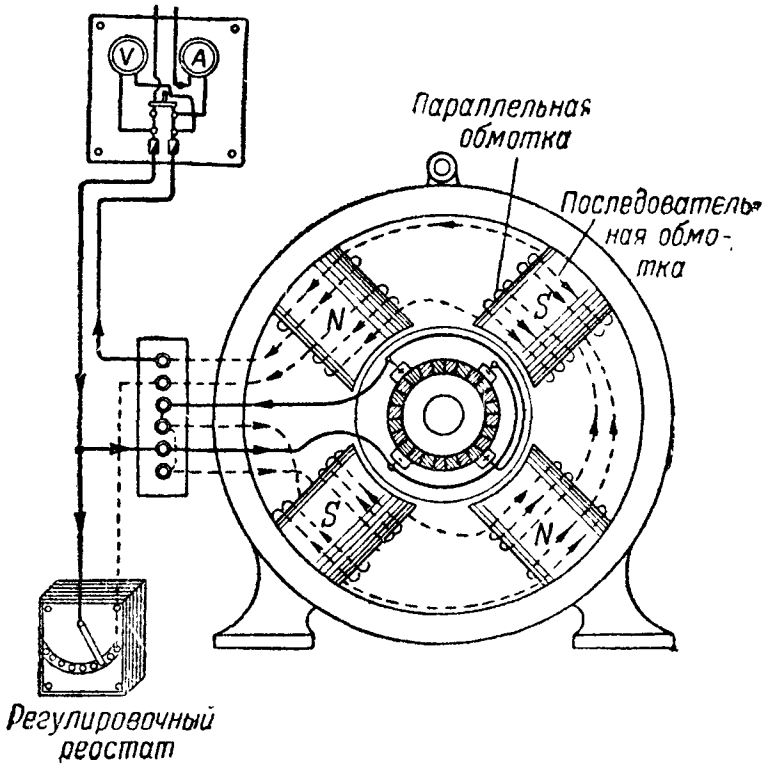


Рис. 67. Динамомашина со смешанным возбуждением

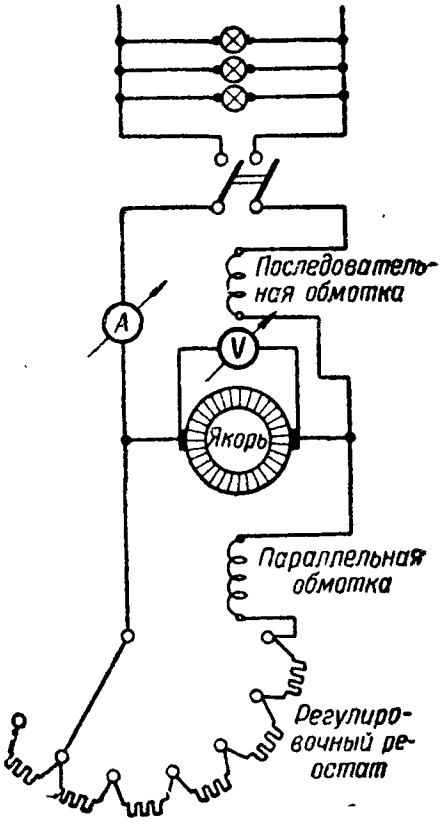


Рис. 68. Схема включения динамомашины со смешанным возбуждением

Динамомашины бывают трёх типов:

а) Сериес-машина, у которой якорь и обмотка возбуждения соединяются между собой последовательно (рис. 63).

На рис. 64 дана схема включения такой динамомашины в сеть.

б) Шунт-машина, у которой якорь и обмотка возбуждения соединены параллельно (рис. 65).

На рис. 66 дана схема включения такой динамомашины в сеть.

в) Компаунд-машина, у которой якорь соединён с одной (толстой) обмоткой возбуждения, а вторая (тонкая), дополнительная обмотка включена параллельно якорю (рис. 67).

На рис. 68 дана схема включения такой динамомашины в сеть.

§ 23. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Если поместить проволочную рамку, которая может вращаться, в магнитное поле и пропустить по ней электрический ток, то сейчас же вокруг проводников возникает свое магнитное поле и, как мы уже знаем, возникает общее результирующее поле, которое будет стремиться вытолкнуть проводники с током.

На рис. 69 видно, что благодаря сгущению поля с одной из сторон каждого проводника они будут выталкиваться из поля так, как указано стрелками. А так как рамка может вращаться на оси, то прямолинейное движение выталкивания будет превращено во вращательное движение всей рамки. Это вращение может быть использовано для различных целей, например, для вращения механизмов.

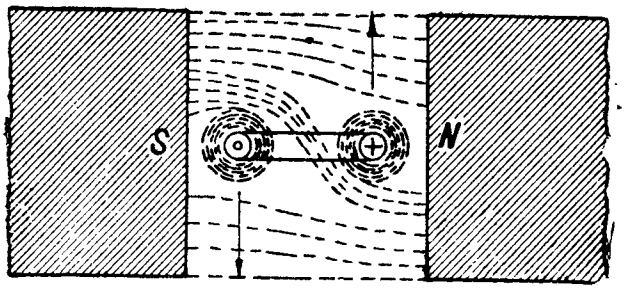


Рис. 69. Принцип действия электродвигателя (результирующее поле и выталкивание проводников)

Таким образом, сущность действия электродвигателя заключается в том, что магнитное поле проводника с током (рис. 69), взаимодействуя с магнитным полем электромагнита (или постоянного магнита), создаёт с одной стороны витка сгущение поля, а с другой — разрежение. Благодаря этому каждая сторона витка будет испытывать давление со стороны сгущённого поля, и рамка начнёт вращаться.

Электродвигатель является таким прибором, который преобразует электрическую энергию в механическую.

Обмотка его состоит из большого количества витков, которые размещаются на так называемом якоре, вращающемся в магнитном поле.

Концы витков припаиваются к особому приспособлению — коллектору, к которому через щётки подводится электрический ток.

Принцип устройства электродвигателя показан на рис. 70, где *1, 2, 3, 4* — изолированные друг от друга пластины коллектора, а *5* — щётки.

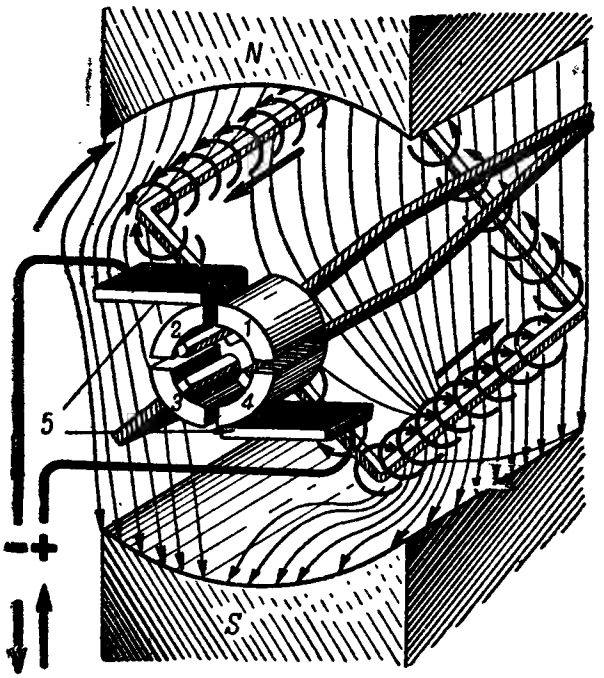


Рис. 70. Схема магнитного поля в электродвигателе и переключение витков коллектором

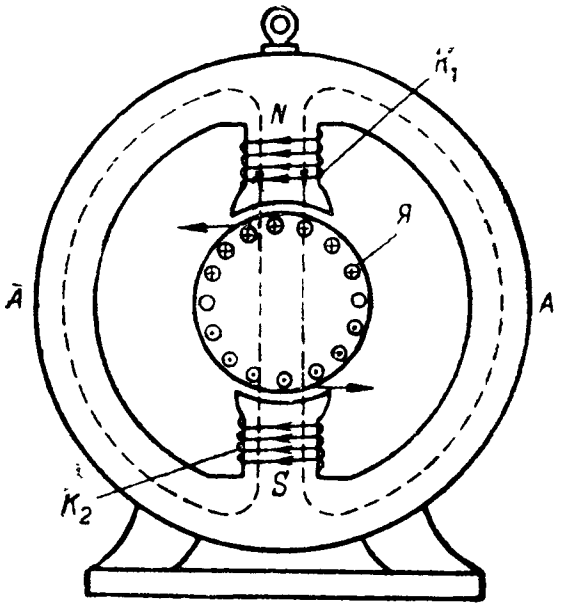


Рис. 71. Схема устройства электродвигателя

При вращении витков обмотки вращаются и коллекторные пластины, последовательно, друг за другом подключаясь к щёткам. Питающий обмотку ток может, таким образом, подводиться к каждому витку обмотки, поддерживая их непрерывное вращение. Коллектор и щётки создают скользящий контакт.

Если изменить направление движения тока в витках якоря, мы изменим этим самым и направление вращения электродвигателя.

Каждый электродвигатель (рис. 71) состоит из ярма — корпуса двигателя *А*, полюсных башмаков с обмоткой (электромагнитов) K_1 и K_2, якоря с наложенной на него обмоткой *Я*, коллектора и щёток.

В зависимости от назначения и условий, в которых должен работать электродвигатель, различают следующие их типы:

а) сериес-двигатель;

б) шунт-двигатель;

в) компаунд-двигатель.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое различие между искусственным и естественным магнитами?
2. Каким свойством обладают полюсы магнита?
3. Как взаимодействуют полюсы между собой?
4. Что такое магнитная силовая линия?
5. Что такое магнитное поле?
6. Что такое соленоид и каковы его свойства?
7. Сформулируйте правило для определения северного полюса магнита.
8. Что произойдёт с соленоидом, если в него вставить железный сердечник? В чем различие между соленоидом и электромагнитом?
9. Где применяются электромагниты?
10. Какие бывают электромагниты?
11. Каким свойством обладает проводник с током? Каково влияние проводника с током на магнитную стрелку?
12. Охарактеризуйте поле прямого проводника.
13. Охарактеризуйте поле вокруг проводника, свёрнутого в кольцо.
14. Какая разница между полями прямого проводника и проводника, свёрнутого в кольцо?
15. Что такое правило „буравчика"? Примените его к полю прямого проводника.
16. Что такое электромагнитная индукция?
17. В каких случаях наблюдается проявление электромагнитной индукции?
18. В каких приборах и машинах используется явление электромагнитной индукции?
19. Что такое самоиндукция?
20. Что такое токи Фуко? Какие принимают меры борьбы с токами Фуко?

ГЛАВА IV

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

§ 24. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Переменными называют такие токи, которые периодически, в течение определённого времени, меняют свою величину и направление, т. е. переменный ток проходит по цепи сначала в одном направлении, затем в обратном, потом опять в первоначальном и т. д. При этом ток возрастает от нуля до максимальной величины, затем спадает до нуля и при перемене направления опять возрастает от нуля и т. д.

Для удобства принято считать направление или значение тока положительным, когда его направление совпадает с направлением постоянного тока, и отрицательным, когда его направление противоположно направлению постоянного тока.

Наглядную картину переменного тока даёт график, показанный на рис. 72, из которого видно, что переменный ток меняет свою величину от нуля до некоторого наибольшего своего значения (I_{max}) и падает до нуля, имея одно направление; снова растёт от нуля до наибольшей величины и падает до нуля, идя в обратном направлении. Картина получения переменного тока дана на рис. 73, на котором при различном положении витка

в магнитном поле получается ток, различный по величине и направлению.

На графике рис. 72 положительное направление переменного тока отложено вверх от горизонтальной прямой, а отрицательное направление отложено вниз от этой прямой (0 — t).

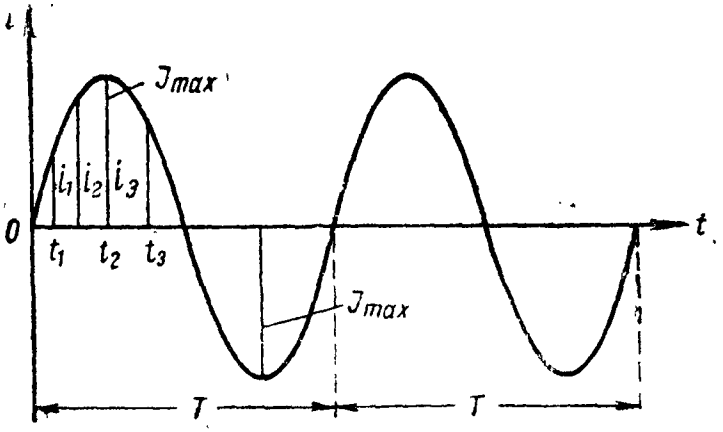


Рис. 72. График переменного тока

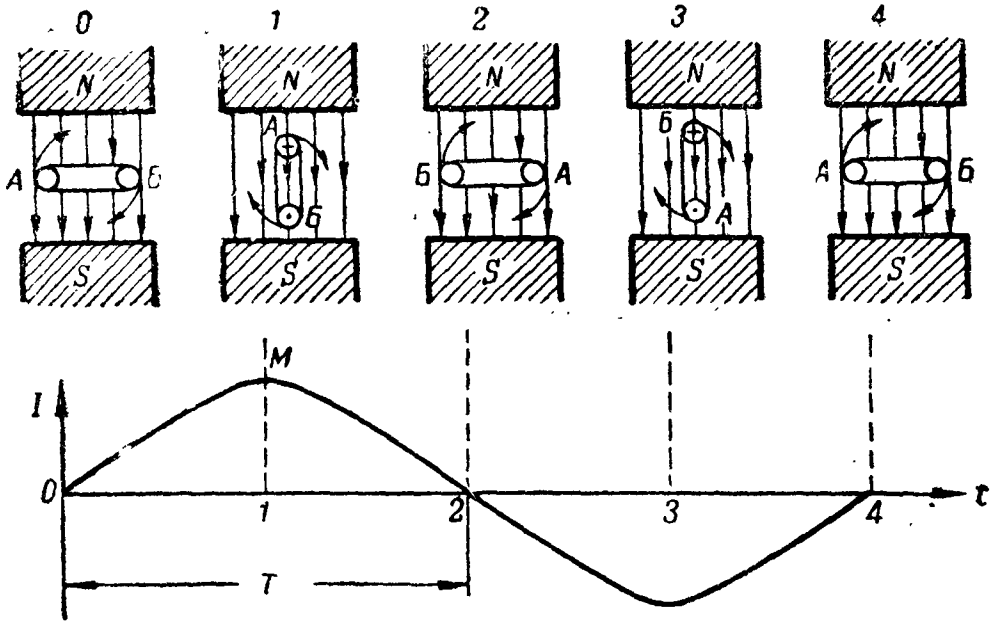


Рис. 73. Вращение витка в магнитном поле и график тока в витке

Таким образом, переменный ток за время одного периода два раза имеет нулевые значения (нуль — нет тока) и два раза достигает максимальных (наибольших) значений. Нулевые значения тока лежат на горизонтальной прямой 0 — t, т. е. переменный ток имеет нуль в момент перехода от положительного значения к отрицательному, и наоборот.

Максимальные значения переменного тока отмечены I_{max}, т. е. переменный ток достигает своего максимума два раза: первый раз, когда он имеет положительное направление, а второй раз, когда он имеет отрицательное направление.

§ 25. ПЕРИОД, АМПЛИТУДА И ЧАСТОТА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Время, в течение которого переменный ток совершает одно полное колебание (изменение), называется периодом переменного тока. Период обозначают буквой T. Обычно время одного периода исчисляется весьма малыми долями секунды.

Один период колебания соответствует круговому движению проводника с током в магнитном поле на угол 360°. Тогда полупериод будет иметь 180°, четверть периода — 90° и т. д.

Максимальное значение переменного тока, т. е. наибольшее значение, которого достигает переменный ток в течение одного периода, называют амплитудой переменного тока. Амплитуда обозначается буквой I_{max} и выражается в амперах.

Переменный электрический ток в цепи может быть только тогда, когда к концам цепи приложена ЭДС, следовательно, в данном случае к цепи приложена переменная ЭДС. По своему виду график переменной ЭДС будет таким же, как и график тока. Отсюда следует, что и переменная ЭДС, поддерживающая переменный ток в цепи, также характеризуется периодом и амплитудой. Период переменной ЭДС обозначается так же, как и тока, — буквой T, а амплитуда её обозначается буквой E_m. Амплитуда напряжения переменного тока обозначается буквой U_m. Как ЭДС, так и напряжение выражаются в вольтах.

Полный цикл изменений переменного тока, или период, совершается в очень небольшой промежуток времени, поэтому переменный ток чаще характеризуют количеством периодов в одну секунду, или частотой переменного тока.

Очевидно, что чем чаще происходят изменения переменного тока, тем больше частота, и наоборот. Частоту переменного тока обозначают буквой f. За единицу частоты принят один период в одну секунду, обозначаемый *пер/сек* или герц. Один герц равен одному *пер/сек* и обозначается буквами *гц*.

Например, число колебаний переменного тока в 1 сек. равно 10, следовательно, частота этого тока равна 10 *гц*, или $f = 10$ *гц*. Легко установить связь между частотой и периодом. Если период равен ½ сек., то, очевидно, за 1 сек. совершается два колебания, т. е. частота равна 2 *гц*. Наоборот, если частота равна 10 *гц*, то ясно, что время каждого колебания — период этого тока — равен $^1/_{10}$ сек. Отсюда становится понятной следующая формула:

$$f = \frac{1}{T}, \tag{41}$$

или

$$f \cdot T = 1, \quad T = \frac{1}{f}.$$

Из формулы (41) следует, что частота переменного тока будет тем больше, чем меньше период переменного тока.

За каждый период ток или ЭДС два раза меняют своё направление. Поэтому число перемен направления тока в 1 сек. вдвое больше частоты.

Переменные токи, используемые в технике, имеют самые различные частоты. Ток в электрической осветительной сети у нас в Союзе имеет стандартную частоту 50 *гц*. Это значит, что ток в сети каждую секунду 100 раз меняет своё направление, т. е. он 50 раз в секунду идёт в одну сторону и 50 раз в обратную. Кроме того, ток 100 раз в секунду становится равным нулю и 100 раз в секунду достигает амплитудного значения. Лампочки, включённые в цепь переменного тока, 100 раз в секунду притухают и столько же раз вспыхивают ярче. Глаз человека не замечает этих миганий благодаря своей способности сохранять полученные впечатления. Переменные токи с частотой до 10 000 *гц* принято называть токами низкой частоты (н.ч.), а токи с частотой более 10 000 *гц* называют токами высокой частоты (в.ч.).

Переменные токи широко применяются в технике связи.

В радиотехнике, например, применяют переменные токи с частотой порядка десятков миллионов герц и выше.

§ 26. ВИДЫ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ

Переменные токи по характеру своего изменения бывают различны.

На рис. 74 даны графики различных видов токов, применяемых на практике, из которых ясно видна разница между постоянным и переменным токами. Рассмотрим эти графики.

График *А* изображает постоянный ток. Заметим, что все графики показаны для тока, но они же могут служить и графиками ЭДС или напряжения (при соответствующей перемене масштаба по вертикальной оси), так как сила тока и ЭДС (или напряжение) пропорциональны.

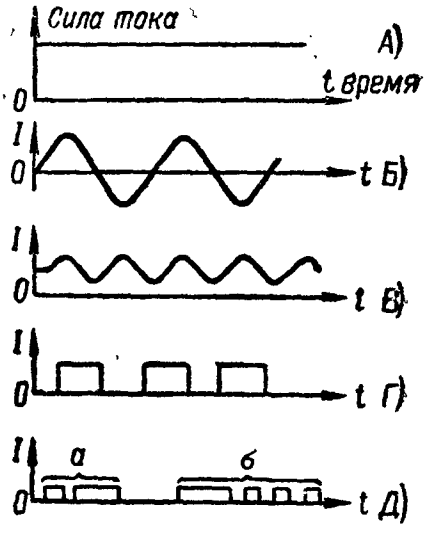


Рис. 74. Различные виды переменных токов

На графике *Б* изображён переменный ток. Изображающая его кривая называется синусоидой. На графиках *В* и *Г* даны случаи так называемого пульсирующего тока, который меняет свою величину, не меняя направления. Пульсирующий ток в цепи телеграфного аппарата выражается кривыми, представленными на графике *Д*. В последнем случае отдельные импульсы тока имеют разную продолжительность, соответствующую точкам и тире; на графике *Д* показано изменение тока при передаче букв *а* и *б* по азбуке Морзе (·— и —···).

Пульсирующий ток, показанный на графике *В*, представляет собой сумму двух токов: постоянного и переменного — синусоидального. Он получается путём сложения двух токов, показанных на графиках *А* и *Б* (при сложении удобнее всего брать нулевые и амплитудные значения). Если по одному проводу пропустить одно-

временно постоянный ток и переменный ток, имеющий амплитуду, не превышающую силу постоянного тока, то в результате получится пульсирующий ток.

Постоянные токи отличаются один от другого или силой или напряжением. Переменные токи различаются не только по напряжению и силе, но и по частоте. Токи одинаковой частоты и одинаковой амплитуды всё же могут не совпадать по фазе или, как говорят, иметь сдвиг фаз, т. е. иметь в одно и то же время неодинаковую величину и значение.

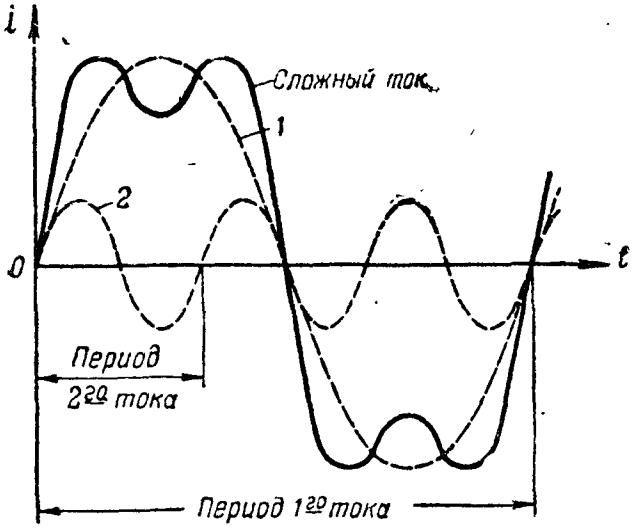


Рис. 75. Сложный переменный ток и его составляющие

До сих пор мы говорили лишь о синусоидальном переменном токе. Этот ток является самым простым, но иногда встречаются токи, имеющие более сложную форму, отличную от синусоиды (рис. 75). Всякий сложный несинусоидальный переменный ток, подобно изображённому на рис. 75, представляет собой сумму нескольких синусоидальных токов, у которых различны амплитуды и частоты.

§ 27. ДЕЙСТВУЮЩЕЕ И АМПЛИТУДНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

При измерении переменного тока обычно сравнивают его с постоянным током.

Сравнение производят по тепловому действию обоих токов, так как нагревание проводника не зависит от направления тока.

Какой же надо взять переменный ток, чтобы его тепловое действие равнялось тепловому действию постоянного тока?

Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим график на рис. 76. Постоянный ток силой в 10 *а* (прямая *1*) нагреет проводник сильнее, нежели переменный ток с амплитудой тоже в 10 *а*. Сила постоянного тока всё время равна 10 *а*, а у переменного тока она достигает 10 *а* только два раза за период и то на один момент. В другие моменты сила тока меньше 10 *а* и доходит до нуля. Ясно, что в этом случае тепловое действие переменного тока будет слабее, чем тока постоянного.

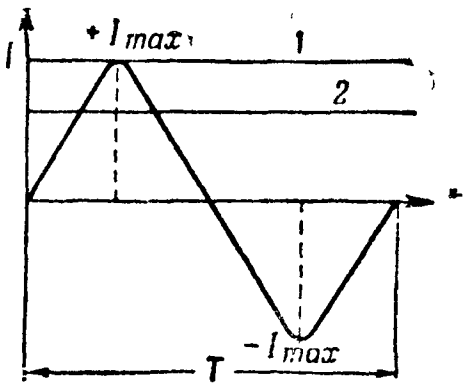


Рис. 76. Действующее и амплитудное значение переменного тока

Теория даёт следующий ответ на этот вопрос. Переменный ток выделит тепла столько же, сколько и постоянный ток, если сила постоянного тока будет равна 0,7 (или 70%) амплитудного значения силы переменного тока (прямая *2* — рис. 76). Значит, переменный ток с амплитудой в 10 *а* произведёт такое же тепловое действие, как и постоянный ток в 7 *а*. Эта величина постоянного тока характеризует не амплитудное, а среднее значение переменного тока, которое называют эффективной, или действующей, величиной переменного тока. Аналогично силе тока мы имеем величину эффективного, или действующего, напряжения переменного тока, равного 0,7 амплитудного значения. Эффективные значения силы и напряжения переменного тока обозначают через I и U.

В большинстве случаев, когда говорят о силе и напряжении переменного тока, например, в электрической сети, то подразумевают эффективные значения. У нас в СССР напряжения электросетей установлены в 127 *в* и 220 *в*, которые являются эффективными напряжениями. Отсюда следует, что амплитудное значение напряжения сети 127 *в* будет больше этой величины.

Эффективные значения напряжения и силы тока легко могут быть измерены с помощью обычных приборов. Из различных систем приборов, которые будут рассмотрены в разделе измерительных приборов, для переменного тока пригодны электромагнитные, тепловые и электродинамические приборы. Магнитоэлектрические приборы для измерений переменного тока не пригодны. Тепловые приборы применяются главным образом в качестве амперметров. Для измерений технического переменного тока с частотой 50 *гц* служат большей частью электромагнитные вольтметры и амперметры.

Зная амплитудное значение переменного тока I_m, можно найти его действующее значение, пользуясь формулой

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{I_m}{1{,}41}. \qquad (42)$$

На графике рис. 76 (прямая *2*) показан постоянный ток, сила которого равна эффективному (действующему) значению переменного тока.

Из формулы (42) следует, что

$$I_m = I \cdot \sqrt{2} = I \cdot 1{,}41.$$

Пример 1. Действующее значение переменного тока равно 20 *а*. Какова его амплитуда?

Решение. По формуле имеем:

$$I_m = I \cdot 1{,}41 = 20 \cdot 1{,}41 = 28{,}2 \text{ а}.$$

Пример 2. Амплитуда переменного тока 14,1 *а*. Чему равна действующая сила этого переменного тока?

Решение. По формуле имеем

$$I = \frac{I_m}{1{,}41} = \frac{14{,}1}{1{,}41} = 10 \text{ а}.$$

Иногда удобнее пользоваться такой формулой для определения I:

$$I = 0{,}707 \cdot I_m. \tag{43}$$

По аналогии с силой переменного тока амплитудное напряжение, очевидно, будет меньше действующего напряжения, поэтому

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{1{,}41} \tag{44}$$

или

$$U = 0{,}707 \cdot U_m.$$

Подчеркнём, что измерительные приборы (амперметр, вольтметр), включённые в цепь переменного тока, показывают не амплитудные, а действующие (эффективные) значения тока и напряжения.

§ 28. ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В цепях переменного тока различают следующие три вида сопротивлений:

а) активное сопротивление, т. е. сопротивление материала проводника (как и для постоянного тока);

б) индуктивное сопротивление, вносимое в цепь катушкой самоиндукции;

в) ёмкостное сопротивление, вносимое в цепь конденсатором.

Примером чисто активного сопротивления может служить лампа накаливания.

Индуктивное сопротивление вносят в цепь обмотки электродвигателей переменного тока, катушки трансформаторов, электромагниты.

Ёмкостное сопротивление вносят внутривитковая ёмкость катушек или конденсаторы, включённые в цепь переменного тока.

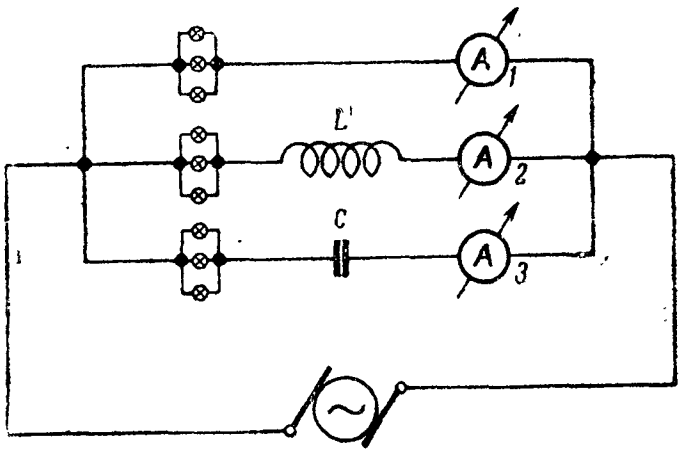


Рис. 77. Активная, индуктивная и ёмкостная нагрузки в цепи переменного тока

Чтобы полнее разобраться в действии каждого из вышеперечисленных сопротивлений, соберём схему (рис. 77), причём катушку L возьмём из толстого провода и небольшой индуктивности, а конденсатор C — в 30—40 *мкф*. Включим собранную нами схему в цепь постоянного тока с напряжением 120 *в* и будем наблюдать за амперметрами и лампами. Наблюдение показывает, что:

а) верхние лампы горят нормальным накалом, и амперметр даёт показание;

б) лампы, включённые последовательно с катушкой, также горят нормально, и стрелка амперметра отклоняется;

в) лампы, включённые последовательно с конденсатором, не горят, и амперметр не даёт отклонения.

Включим теперь схему в сеть переменного тока с частотой 50 *гц* и напряжением также в 120 *в* и снова будем наблюдать за лампами и амперметрами. Наблюдение покажет, что:

а) верхние лампы горят нормальным накалом;

б) лампы, включённые последовательно с катушкой, горят менее ярко, чем в цепи постоянного тока;

в) лампы, включённые последовательно с конденсатором, горят, и амперметр даёт отклонение.

Если вставить в катушку железный сердечник, то лампы, включённые в эту ветвь, станут гореть гораздо слабее нормального. Очевидно, катушка создала дополнительное сопротивление, если лампы горят теперь менее ярко.

Включая схему в сеть переменного тока разной частоты (всё время повышая частоту), мы, наконец, заметим, что лампы, включённые последовательно с катушкой, перестанут гореть совсем, а лампы, включённые через конденсатор, горят ярко.

Вывод из этого опыта можно сделать такой:

а) если лампы горят при разных токах нормально, значит, сопротивление цепи не меняется от изменения рода тока;

б) катушка в цепи переменного тока оказывает большее сопротивление, чем в цепи постоянного тока; это дополнительное сопротивление катушки, оказываемое переменному току, называют индуктивным сопротивлением;

в) конденсатор, включённый в цепь постоянного тока, даёт большое сопротивление, цепь как бы разрывается, «не пропуская» постоянного тока; в цепи переменного тока конденсатор даёт малое сопротивление, «пропуская» переменный ток.

Индуктивное сопротивление катушки увеличивается с увеличением частоты переменного тока, резко возрастая при вставленном железном сердечнике.

Сопротивление конденсатора, или ёмкостное сопротивление, уменьшается с увеличением частоты переменного тока.

Цепь с одним активным сопротивлением

Для цепи переменного тока с одним активным сопротивлением применим закон Ома в той форме, в какой мы его применяли для постоянного тока. Наглядную картину цепи с одним активным сопротивлением даёт график *B* рис. 78.

Для определения силы тока надо пользоваться формулами

$$I = \frac{U}{R} \tag{45}$$

и

$$I_m = \frac{U_m}{R}. \tag{46}$$

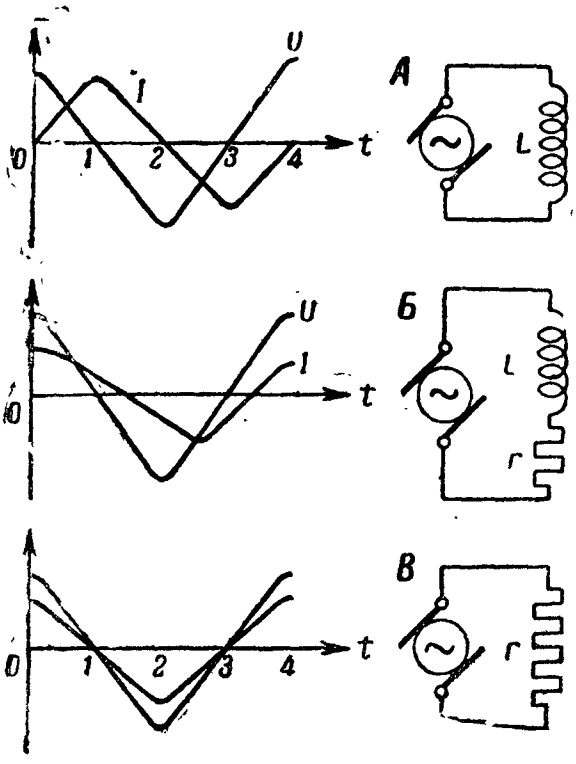


Рис. 78. График напряжения и тока в цепи с активным сопротивлением и индуктивностью

Мощность переменного тока в цепи с одним активным сопротивлением можно определить по формуле

$$P_{ср} = U \cdot I. \qquad (47)$$

Пример 1. Сопротивление лампы накаливания 240 *ом*. В цепи напряжение U равно 120 *в*. Чему равна сила тока в цепи?

По формуле

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{240} = 0{,}5 \ a.$$

Пример 2. Чему равна мощность переменного тока, если в цепи с напряжением $U = 220$ *в* проходит сила тока $I = 4$ *а*?

По формуле

$$P_{ср} = U \cdot I = 220 \cdot 4 = 880 \ вт.$$

Цепь с одним индуктивным сопротивлением

Для постоянного тока в катушке, обладающей индуктивностью, есть только сопротивление провода. При переменном токе, кроме активного сопротивления, катушка даёт ещё и некоторое дополнительное индуктивное сопротивление, обозначаемое, в отличие от активного, буквой X_L.

Каждая катушка самоиндукции в цепи переменного тока, кроме индуктивного сопротивления, вызывает ещё сдвиг фаз между напряжением и силой тока. Объясняется это явление тем, что ток не может мгновенно достигнуть амплитудного значения, а будет нарастать постепенно, так как его нарастание задерживается влиянием противодействующей ЭДС самоиндукции. Пока сила тока растёт, напряжение уменьшается, доходя к концу первой четверти периода до нуля; сила тока в это время, увеличиваясь, достигает своего максимума. Когда ток уменьшается, напряжение начинает расти, и когда ток сделается равным нулю, напряжение достигнет максимума (рис. 78, *А*).

Таким образом, индуктивность вызывает отставание силы тока от напряжения. Если в цепи имеется только одно индуктивное сопротивление (идеальный случай), то сдвиг фаз будет равен 90° (рис. 78, *А*). Практически всегда будет некоторое активное сопротивление, поэтому сдвиг фаз между током и напряжением всегда меньше чем 90° (рис. 78, *Б*).

Итак, каждая катушка индуктивности обладает активным сопротивлением R и индуктивным X_L. Эти сопротивления нельзя складывать, как мы это делали с сопротивлениями при постоянном токе. Чтобы найти общее, или полное, сопротивление катушки для переменного тока, надо определить его по формуле

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}, \tag{48}$$

где Z — полное сопротивление катушки.

Чтобы определить силу тока в цепи с индуктивным и активным сопротивлениями, надо воспользоваться формулой

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}}. \tag{49}$$

Эта формула похожа на закон Ома для постоянного тока, но она значительно сложнее.

Определять X_L надо по формуле

$$X_L = 2\pi fL, \tag{50}$$

где X_L — индуктивное сопротивление катушки;

π — 3,14 — постоянный коэфициент;

f — частота переменного тока;

L — индуктивность катушки в генри (*гн*).

Пример 1. Катушка имеет активное сопротивление $R = 10$ *ом*, а индуктивное $X_L = 30$ *ом*. Чему равно полное сопротивление катушки?

По формуле

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2_L} = \sqrt{10^2 + 30^2} = \sqrt{100 + 900} = \sqrt{1000} \approx 31{,}6.$$

Пример 2. $U = 120$ *в*; полное сопротивление катушки $Z = 40$ *ом*. Чему равна сила тока в цепи?

По формуле

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{120}{40} = 3 \text{ а}.$$

Пример 3. Катушка имеет индуктивность $L = 6$ *гн*. Определить её индуктивное сопротивление для переменного тока с частотой в 50 и 1 000 *гц*.

Решение для тока 50 *гц*.

По формуле

$$X_L = 2\pi fL = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 6 = 6{,}28 \cdot 300 = 1\,884 \text{ ом}.$$

Решение для тока в 1 000 *гц*.

$$X_L = 6{,}28 \cdot 1\,000 \cdot 6 = 6{,}28 \cdot 6\,000 = 37\,680 \text{ ом}.$$

§ 29. ЦЕПЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С ЕМКОСТЬЮ

Электрическое поле. Электрические силовые линии. Напряженность поля

Мы уже упоминали, что электрические заряды взаимодействуют между собой: одноимённые отталкиваются, разноимённые притягиваются. Следовательно, можно предположить, что в пространстве между заряженными телами существуют какие-то электрические силы.

На этом основании ту часть пространства, в которой действуют электрические силы, называют электрическим полем.

Для наглядного представления об электрическом поле принято изображать его на чертеже электрическими силовыми линиями.

На рис. 79, 80 и 81 показано схематическое изображение электрического поля вокруг точечных зарядов между одноимённо и разноимённо заряженными телами.

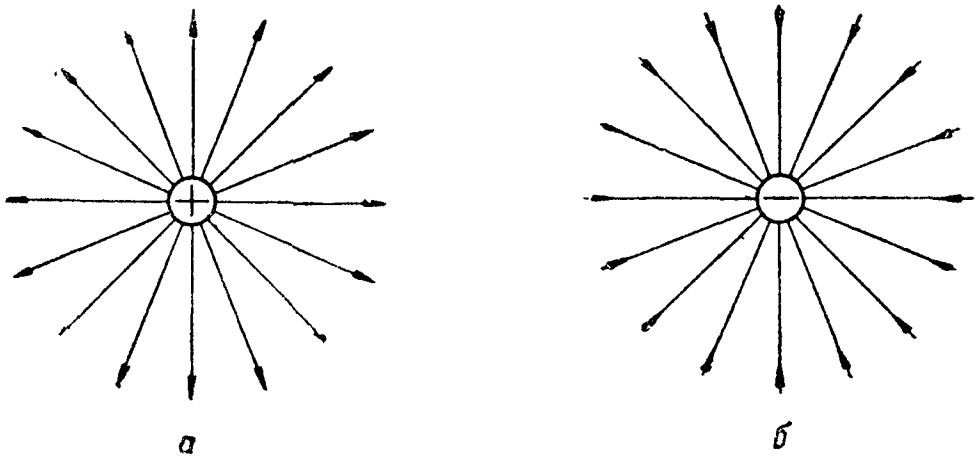


Рис. 79. Электрическое поле вокруг точечных зарядов:
а — положительного; *б* — отрицательного

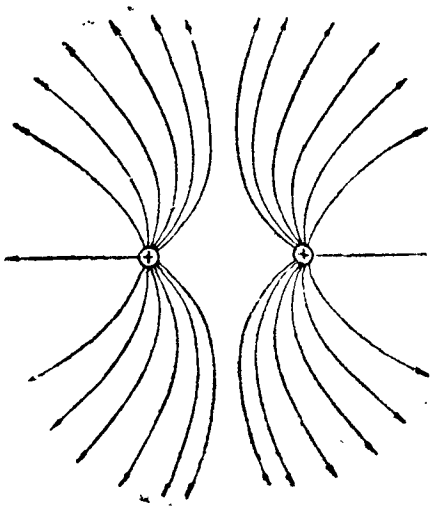


Рис. 80. Электрическое поле между одноименными зарядами

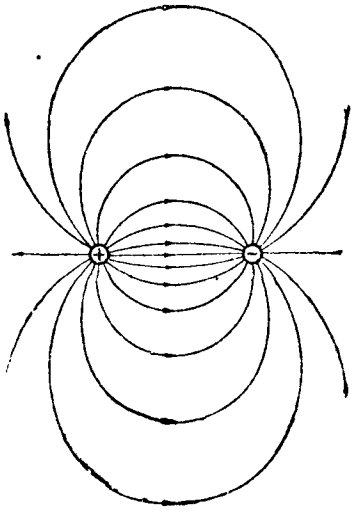


Рис. 81. Электрическое поле между разноименными зарядями

Из рисунков видно, что принято считать силовые линии выходящими из положительно заряженного тела и входящими в отрицательно заряженное тело.

Электрическое поле действует на электрический заряд, помещённый в любую точку поля с силой, пропорциональной этому заряду, которая называется силой электрического поля в этой точке или напряжённостью электрического поля.

Основной закон электрического поля. Сила взаимодействия заряженных тел выражается законом Кулона:

Два тела, обладающие электрическими зарядами q_1 и q_2, помещённые на расстоянии r друг от друга, притягиваются (отталкиваются) с силой F, прямо пропорциональной произведению величин их зарядов q_1 и q_2 и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{\varepsilon r^2}. \qquad (51)$$

Величина ε, называемая диэлектрической постоянной, характеризует среду (диэлектрик), в которой взаимодействуют заряды.

Для воздуха $\varepsilon = 1$, для всех других тел ε больше единицы.

Значения диэлектрической постоянной для некоторых диэлектриков приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ по пор.	Диэлектрик	Диэлектрическая постоянная
1	Воздух	1
2	Парафин	2,0—2,5
3	Слюда	5,0—8,0
4	Кварц	4,5
5	Стекло (в зависимости от способа изготовления)	4,0—10,0
6	Эбонит	2,0—4,2
7	Бумага	2,0—2,5
8	Масло	2,0—5,0

Электризация проводников и диэлектриков

Электрические заряды можно передать от одного тела к другому посредством прикосновения (присоединения), но можно вызвать появление зарядов в теле и с помощью действия на расстоянии.

Если какой-нибудь незаряженный (нейтральный) изолированный проводник внести в электрическое поле, то в этом проводнике произойдёт разделение электрических зарядов, являющееся результатом действия на проводник электрического поля.

Пусть поле создаётся положительным зарядом в проводнике *А* (рис. 82). Приближая проводник *Б* к проводнику *А*, мы вызовем в проводнике *Б* движение электронов, в результате которого на ближайшем к *А* конце проводника *Б* появится избыток электронов (отрицательный заряд), а на противоположном конце — недостаток электронов (положительный заряд). Так как проводник *Б* изолирован и до внесения в поле был нейтрален, то противоположные заряды, возникшие на его концах, должны быть равны; и действительно, если вынести проводник *Б* из электрического поля, то зарядов в нём не обнаружится.

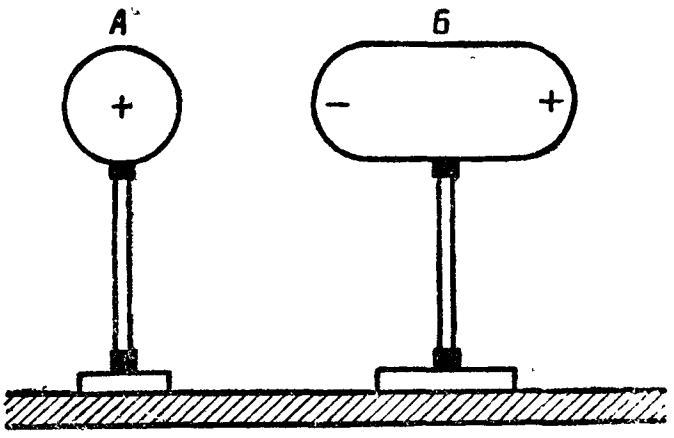


Рис. 82. Электризация нейтрального проводника в электрическом поле

Процесс разделения электрических зарядов нейтрального проводника при внесении его в электрическое поле называется электризацией через влияние, или электрической индукцией.

Итак, электрическое влияние всегда вызывает в проводнике заряды обоих знаков, равные между собой по величине; удаление проводника из сферы действия электрического поля делает его снова нейтральным.

Если проводник *Б* (рис. 83), находящийся в электрическом поле, соединить с землёй (потенциал земли равен нулю), то положительный заряд (свободный) стечёт в землю (физически электроны из земли перейдут на проводник *Б* и нейтрализуют положительный заряд), отрицательный же заряд, находясь в связанном состоянии, в землю уйти не может и, оставшись на проводнике *Б*, распространится по всей его поверхности.

Теперь рассмотрим, как действуют электрические силы на непроводники (диэлектрики).

Внутреннее строение диэлектриков отличается от проводников тем, что в диэлектриках электроны более прочно связаны со своими ядрами и не отщепляются так легко от атомов, как у

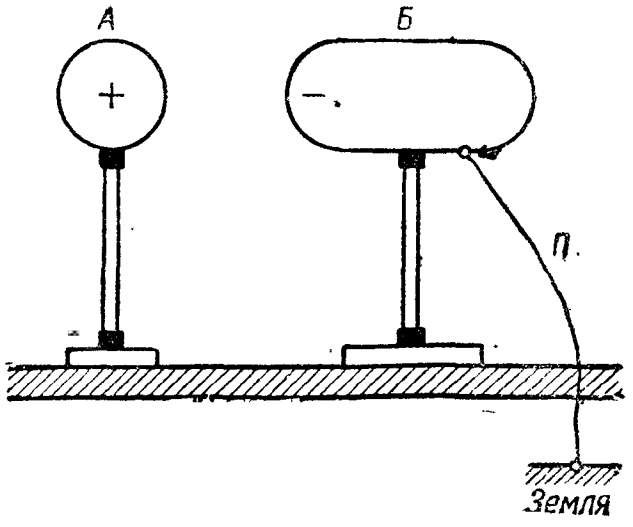


Рис. 83. Получение заряда в нейтральном проводнике по удалении электризующего поля

проводников. Движение свободных электронов в диэлектриках также встречает большие затруднения.

Если диэлектрик находится в электрическом поле, то электроны атомов диэлектрика испытывают действие электрических сил, но так как связь электронов со своими ядрами достаточно прочная, то электрические силы не смогут отщепить электроны от их атомов. В этом случае действие электрических сил выразится в том, что электроны, оставаясь в пределах своих атомов, несколько сместятся. Это значит, что под действием сил электрического поля внутри атомов произойдёт изменение относительного положения электронов и центрального ядра. Орбиты электронов изменят свой вид, стремясь растянуться вдоль направления действия поля. Таким образом, произойдёт перегруппировка электрических зарядов в пределах каждого атома, т. е. некоторое смещение электронов. После прекращения действия электрических сил нарушенное равновесие восстанавливается, и смещение исчезает.

Итак, под действием электрических сил внутри диэлектрика происходит смещение внутренних зарядов. Электрические силы вызывают деформацию атома, смещая его заряды, причём смещение будет тем больше, чем больше действующие электрические силы.

Явление деформации атомов диэлектрика получило название электрической поляризации диэлектрика. Различные диэлектрики обладают и различной величиной поляризации.

Электрическая ёмкость. Конденсатор

Способность тела вмещать определённое количество электричества (повышая при этом свой потенциал до определённого уровня) называется электрической ёмкостью или просто ёмкостью тела.

Заряжая какое-либо одиночное тело, можно сосредоточить на нём некоторое количество электричества, которое не может быть большим, так как, увеличивая заряд тела, мы вместе с тем будем повышать и потенциал этого тела, а повышение потенциала тела имеет предел, за которым начинается разряд через воздух.

В технике имеется необходимость в приборах, могущих вмещать значительные количества электричества при сравнительно небольших напряжениях. Такие приборы называются конденсаторами.

Возьмём два тела *А* и *Б* (рис. 84), заряженные проти-

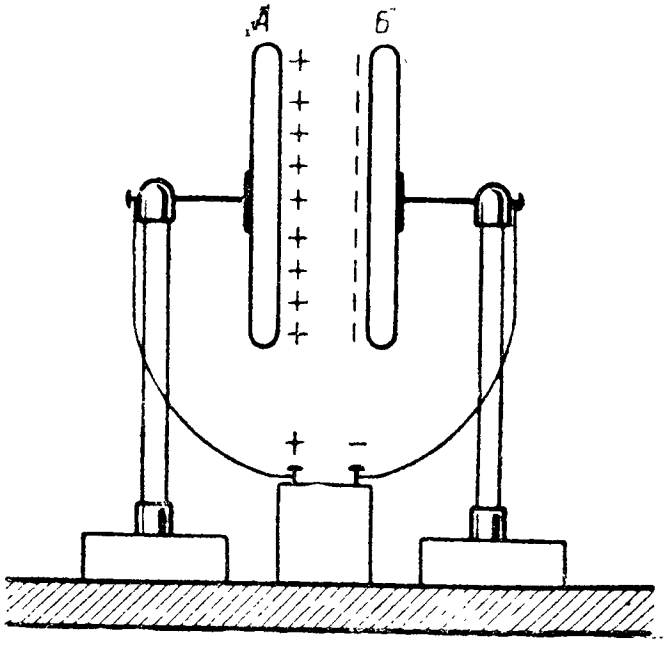


Рис. 84. Электрический конденсатор

воположными зарядами (соединённые с плюсом и минусом источника тока), и расположим их одно около другого. В этом случае заряды противоположных знаков (на телах), взаимно притягиваясь, как бы связывают и удерживают друг друга, и потому каждое из тел может принять на себя гораздо большее количество электричества, чем в случае заряжания их по отдельности.

Ёмкость тела от помещения вблизи него другого, отделённого тонким слоем диэлектрика, возрастает.

Проводящие тела, составляющие конденсатор, обычно имеют вид тонких пластин и называются обкладками конденсатора. Промежуток между обкладками заполнен воздухом или другим диэлектриком.

Конденсаторы изготовляются с воздушным, жидким и твёрдым диэлектриками.

Процесс накопления на обкладках конденсатора электрических зарядов называется зарядом конденсатора. Для заряда конденсатора его обкладки присоединяют к полюсам источника тока. Величина заряда Q, полученного конденсатором, будет тем больше, чем больше ёмкость C конденсатора и чем выше напряжение U источника тока, т. е.

$$Q = C \cdot U. \qquad (52)$$

Из формулы видно, что при большом значении C можно получить на конденсаторе значительный заряд, не повышая чрезмерно его напряжение.

Из формулы

$$Q = C \cdot U$$

следует, что

$$C = \frac{Q}{U}.$$

При $U = 1в$ $C = Q$, т. е. ёмкость конденсатора численно равна такой величине заряда, которая доводит данный конденсатор до напряжения между обкладками, равного 1 *в*. Для данного конденсатора C является величиной постоянной, характеризующей способность конденсатора вмещать в себя больший или меньший заряд при данном значении напряжения.

Для измерения ёмкости принята единица — фарада.

При $Q = 1$ кулону и $U = 1$ вольту ёмкость конденсатора

$$C = \frac{1 \text{ кулон}}{1 \text{ вольт}} = 1 \text{ фарада } (ф),$$

т. е. конденсатор обладает ёмкостью в одну фараду, если он получил заряд, равный одному кулону при разности потенциалов между обкладками в один вольт.

Сообщить конденсатору заряд, равный одному кулону, практически невозможно, так как заряды такой величины вызывали бы огромные напряжения; между тем, по нашему определению, конденсатор ёмкостью в 1 *ф* получает при заряде в 1 кулон сравнительно ничтожное напряжение в 1 *в*. Отсюда следует, что фарада представляет собой очень большую единицу ёмкости, а потому на практике ёмкость конденсаторов выражают в миллионных долях

фарады — микрофарадах (*мкф*) — или даже в миллионных долях микрофарады — микромикрофарадах (*мкмкф*).

Ёмкость конденсатора зависит от размеров поверхности обкладок, расстояния между обкладками (толщины диэлектрика) и от вещества диэлектрика.

Емкость конденсатора тем больше, чем больше поверхность его обкладок и чем меньше расстояние между обкладками.

Зависимость ёмкости конденсатора от вещества диэлектрика характеризуется диэлектрической постоянной, показывающей, во сколько раз увеличится ёмкость конденсатора, если заменить в нём воздушный диэлектрик диэлектриком из другого материала.

Каждый конденсатор характеризуется двумя основными величинами: величиной своей ёмкости и величиной того напряжения, которое выдерживает диэлектрик конденсатора (величиной пробивного напряжения).

Параллельное и последовательное включение конденсаторов

Чтобы получить необходимую величину ёмкости и вместе с тем не превысить допустимую для каждого конденсатора величину напряжения, конденсаторы соединяют в группы, комбинируя их параллельно и последовательно.

При параллельном включении конденсаторов (рис. 85) напряжение у всех конденсаторов будет одинаковым, а заряды их будут пропорциональны ёмкостям:

$$Q_1 = C_1 \cdot U;\ Q_2 = C_2 \cdot U;\ Q_3 = C_3 \cdot U \text{ и т. д.}$$

Общий заряд всех конденсаторов Q равен:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots + Q_n = (C_1 + C_2 + C_3 + \ldots + C_n)U.$$

Если несколько параллельно соединённых конденсаторов заменить одним эквивалентным, то такой конденсатор должен при том же напряжении вмещать суммарный заряд всех конденсаторов, и его ёмкость должна равняться сумме ёмкостей всех параллельно соединённых конденсаторов:

$$C = \frac{Q}{U} = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots + C_n. \qquad (53)$$

Если пробивная способность конденсаторов не рассчитана на напряжение цепи, то для предотвращения пробоя диэлектрика конденсаторов их включают последовательно (рис. 86).

В этом случае рассмотрение процесса заряда конденсаторов приводит к выводу, что заряды на всех конденсаторах равны, напряжения же могут быть различны. Общее напряжение на зажимах цепи равно сумме напряжений на отдельных конденсаторах:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \ldots + U_n. \qquad (54)$$

Если последовательно соединённые конденсаторы заменить одним эквивалентным конденсатором, который при том же общем

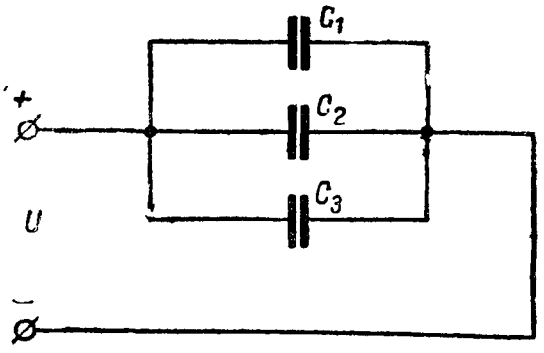


Рис. 85. Параллельное включение конденсаторов

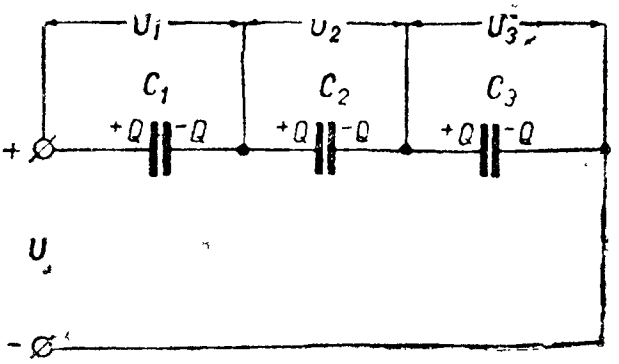


Рис. 86. Последовательное включение конденсаторов

напряжении U имел бы тот же заряд Q, то его емкость должна равняться

$$C = \frac{Q}{U};$$

отсюда

$$U = \frac{Q}{C},$$

но так как

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \ldots + U_n = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} + \ldots + \frac{Q}{C_n} = \frac{Q}{C},$$

то, сокращая на Q получим:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots + \frac{1}{C_n}. \qquad (55)$$

Обратная величина эквивалентной ёмкости равна сумме обратных величин составляющих ёмкостей.

Цепь с одним ёмкостным сопротивлением

Если конденсатор включить в цепь постоянного тока (рис. 87), то непрерывного прохождения тока не будет, так как пластины конденсатора разделены друг от друга изоляторами (диэлектриками).

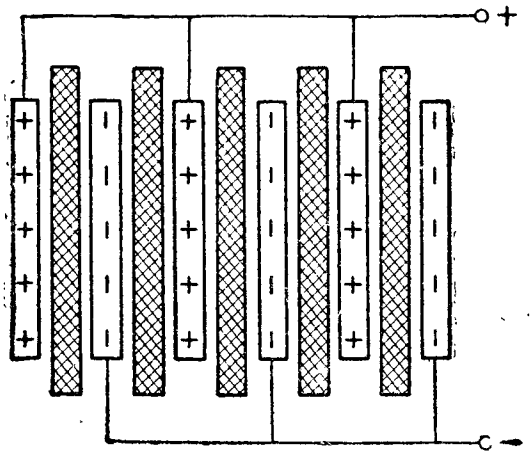


Рис. 87. Схема конденсатора из нескольких пластин

При замыкании цепи по ней пройдёт кратковременный ток, заряжающий конденсатор, но как только конденсатор полностью зарядится и напряжение на его обкладках станет равным напряжению источника, ток в цепи прекратится. Чем больше ёмкость конденсатора, тем дольше он заряжается, но обычно процесс заряда длится доли секунды.

Если заряженный конденсатор отключить от источника и замкнуть его на какое-либо активное сопро-

тивление или накоротко, то конденсатор разрядится. Ток разряда прекратится тогда, когда напряжение на конденсаторе упадёт до нуля.

Если конденсатор включить в цепь переменного тока (рис. 88), то в цепи будет всё время существовать переменный ток. Говорят, что переменный ток «проходит» через конденсатор.

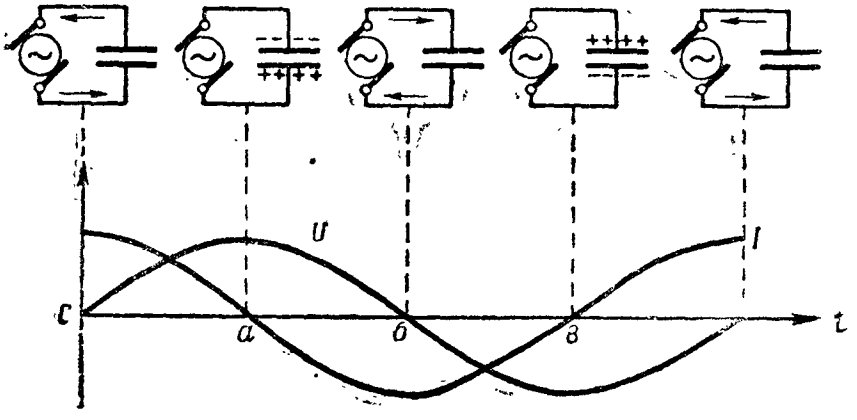


Рис. 88. Прохождение переменного тока через конденсатор

В момент замыкания цепи напряжение на конденсаторе равно нулю, следовательно, в это время ток в цепи будет наибольшим, так как ему нет никакого препятствия, и он достигает своей максимальной величины. С течением времени ток в цепи будет падать, так как конденсатор заряжается, напряжение на его обкладках повышается и действует против основной ЭДС.

В тот момент, когда конденсатор будет заряжен, напряжение на его обкладках будет наибольшим, и ток в цепи прекратится (рис. 88, точка *а*).

Заряженный конденсатор начнёт теперь разряжаться, и в цепи потечёт ток в обратном направлении. В течение этого времени (разряда конденсатора) ток начнёт расти, принимая отрицательное значение; когда напряжение на конденсаторе будет равно нулю, в цепи будет максимальный ток (рис. 88, точка *б*).

Итак, за первую четверть периода конденсатор заряжался и ток заряда конденсатора опережал напряжение.

За вторую четверть периода конденсатор разряжался и ток разряда конденсатора снова опережал напряжение.

Дальше генератор начнёт снова заряжать конденсатор, но уже в обратном направлении. Напряжение опять будет расти (только полюсы поменяются местами), а сила тока — уменьшаться. Наконец, к концу третьей четверти периода, конденсатор зарядится полностью и напряжение на конденсаторе будет максимально, а сила тока равна нулю (рис. 88, точка *в*). В последнюю четверть периода конденсатор будет разряжаться, следовательно, напряжение на нём будет падать, а сила тока расти, достигая своего максимума к концу четвёртой четверти периода (рис. 88, точка *г*).

Полный период прохождения переменного тока через цепь с конденсатором иллюстрируется графиком на рис. 88.

Рассматривая его, убеждаемся в том, что сила тока достигает амплитудных значений на четверть периода, или на 90°, раньше, чем напряжение. Таким образом, при наличии ёмкости сила тока опережает напряжение, а при наличии индуктивности сила тока, как мы знаем, отстаёт от напряжения. Это отставание, или опережение, тока от напряжения и называется сдвигом фаз.

Надо отметить, что сдвиг фаз на 90° получается только при чисто ёмкостном сопротивлении. Если в цепи есть ещё и активное сопротивление, то сдвиг фаз будет меньше 90°.

Сила тока зависит от ёмкости конденсатора и от частоты. Чем больше ёмкость, тем больше получается заряд, тем больше сила зарядного и разрядного токов и тем меньше ёмкостное сопротивление.

Сопротивление конденсатора обозначается X_C.

Полное сопротивление цепи с конденсатором можно найти по формуле

$$Z_C = \sqrt{R^2 + X_C^2}. \tag{56}$$

Чтобы определить силу тока в цепи с конденсатором, надо воспользоваться формулой

$$I = \frac{U}{Z_C} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_C^2}}. \tag{57}$$

Чтобы определить величину ёмкостного сопротивления, пользуются формулой

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \text{ ом}, \tag{58}$$

где X_C — ёмкостное сопротивление;

f — частота переменного тока;

C — ёмкость конденсатора в фарадах.

Пример. Определить сопротивление конденсатора в цепи с переменным током в 50 и 1 000 *гц*, если он имеет емкость 6 *мкф*.

Решение. По формуле (58) для тока в 50 *гц* имеем:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1 \cdot 10^6}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50 \cdot 6} = \frac{1\,000\,000}{6{,}28 \cdot 300} = \frac{1\,000\,000}{1\,884} \approx$$

$$\approx 530 \text{ ом (приблизительно).}$$

Для тока в 1 000 *гц*:

$$X_C = \frac{1\,000\,000}{6{,}28 \cdot 6\,000} = \frac{1\,000\,000}{37\,680} \approx 26{,}5 \text{ ом (приблизительно).}$$

§ 30. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для цепей переменного тока применима формула закона Ома, но вместо одного активного сопротивления R надо брать полное сопротивление цепи Z, т. е.

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}. \tag{59}$$

Пример. Цепь из последовательно включённых $R = 4$ *ом*, $X_L = 12$ *ом* и $X_C = 6$ *ом* включена в сеть с напряжением в 108 *в*. Определить силу тока I в цепи.

По формуле (59) имеем

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}.$$

Находим Z:

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{4^2 + (12-6)^2} = \sqrt{16+36} = \sqrt{52} \approx 7{,}2 \text{ ом}.$$

Отсюда

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{108}{7{,}2} = 15 \text{ а}.$$

§ 31. ТРАНСФОРМАТОРЫ

Трансформатор представляет собой прибор для преобразования переменного тока одного напряжения в ток другого напряжения.

Трансформатор (рис. 89) имеет две обмотки — первичную *1* и вторичную *2*, находящиеся на общем железном сердечнике *3*. Сердечник трансформатора делают обычно замкнутым, чтобы магнитные линии шли полностью по железу и не рассеивались в воздухе. В первичной обмотке *1*, имеющей w_1 витков, протекает переменный ток. Этот первичный ток создаёт в железном сердечнике переменный магнитный поток *4*, который изменяется по своей величине и направлению в соответствии с изменениями тока, протекающего по первичной обмотке трансформатора. Переменный магнитный поток пронизывает вторичную обмотку *2*, имеющую w_2 витков, и в ней индуктируется переменная ЭДС.

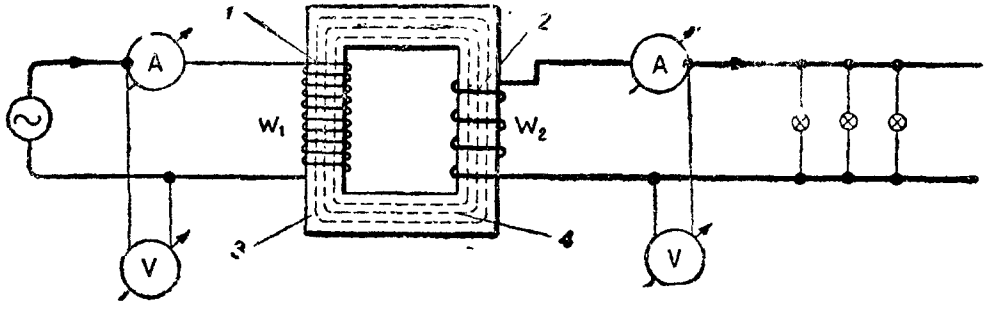


Рис. 89. Принцип действия трансформатора

Электродвижущая сила зависит от числа витков вторичной обмотки и от скорости изменения магнитного потока.

Если вторичная обмотка имеет больше витков, чем первичная, то вторичное напряжение выше первичного, и трансформатор называется повышающим. Если во вторичной обмотке число витков меньше, чем в первичной, то вторичное напряжение ниже первичного, и трансформатор будет понижающим (рис. 90).

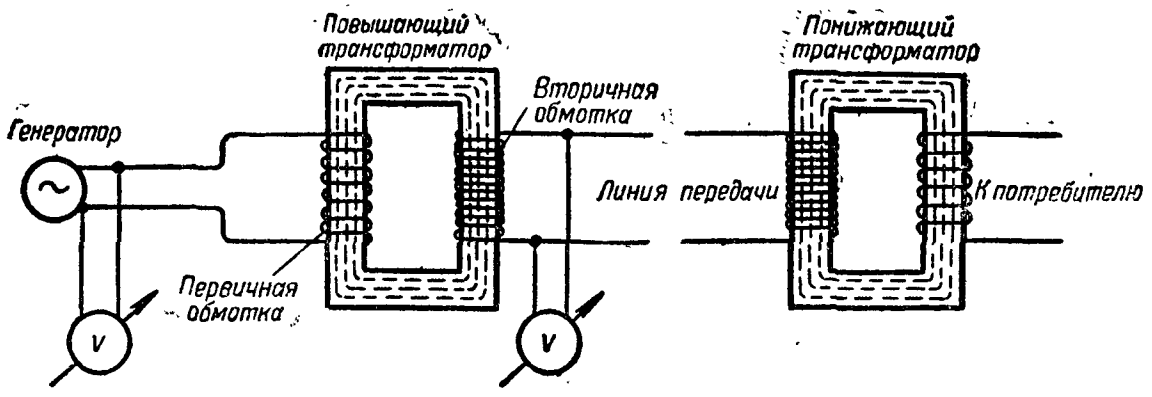


Рис. 90. Схема передачи электрической энергии с помощью трансформаторов

Мощность во вторичной обмотке несколько меньше мощности в первичной обмотке, так как в трансформаторе обычно имеются потери мощности. При повышении напряжения во вторичной обмотке происходит понижение силы тока и, наоборот, при понижении напряжения сила тока во вторичной обмотке повышается.

Важной величиной для трансформатора является коэффициент трансформации, или передаточное число K, представляющее собой отношение числа витков w_1 первичной обмотки к числу витков w_2 вторичной обмотки, или отношение первичного напряжения U_1 к напряжению вторичному U_2:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2}. \qquad (60)$$

Например, если у трансформатора число витков первичной обмотки $w_1 = 500$, а во вторичной обмотке $w_2 = 1\,500$, то $K = 500 : 1\,500$, или $K = \frac{1}{3}$. В данном примере мы имеем повышающий трансформатор, увеличивающий напряжение во вторичной обмотке в 3 раза.

Коэфициент трансформации K, мощность P и первичное напряжение U_1 являются основными величинами, характеризующими трансформатор.

Сердечник трансформатора всегда делают из отдельных железных пластин, изолированных друг от друга папиросной бумагой или слоем лака. Это делается для ослабления токов Фуко в сердечнике. Дело в том, что переменный магнитный поток индуктирует ЭДС не только в обмотках, но и в самом сердечнике. Если сердечник будет сплошным, то в нём станут циркулировать довольно сильные токи Фуко, которые нагревают сердечник, вызывая значительные потери энергии. Собрав сердечник из отдельных пластин, изолированных друг от друга, мы во много раз уменьшим потери на токи Фуко. Правда, в каждой пластине будут токи Фуко, но они будут гораздо слабее, так как ЭДС, индуктированная в тонкой пластине, гораздо меньше ЭДС в сплошном сердечнике и, кроме того, сопротивление пластин малых размеров гораздо больше сопротивления сплошного сердечника.

На перемагничивание железа также тратится некоторая часть энергии; эти потери составляют потери на гистерезис.

Сердечник делают обычно из пластин такой формы, чтобы при сборке можно было легко вставить сердечник в катушку. Для этого применяют пластины, напоминающие по форме буквы Ш или П. Важно, чтобы части сердечника плотно прилегали друг к другу в месте стыков. Если в этих местах будут воздушные зазоры, то они сильно уменьшат магнитный поток сердечника. Нужно остерегаться замыкать накоротко вторичную обмотку, так как она может сгореть.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие токи называются переменными?
2. Как изобразить переменный ток графически?
3. Что такое амплитуда переменного тока?
4. Что такое период переменного тока?
5. Что такое частота переменного тока?
6. Какая частота принята у нас в СССР для осветительных сетей переменного тока?
7. Что такое пульсирующий ток?
8. Что такое сложный переменный ток?
9. Как ведёт себя активное сопротивление в цепи переменного тока?
10. Как ведет себя катушка индуктивности в цепи переменного тока?
11. Как ведёт себя конденсатор в цепи переменного тока?
12. Поясните действие трансформатора.

ГЛАВА V

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

§ 32. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРАХ

Электрическими измерительными приборами называют такие приборы, которые показывают измеряемую электрическую величину в тех или иных единицах или долях единиц, принятых для её измерения. В электрических цепях связи, в частности, в телеграфных цепях, нам придётся иметь дело с такими электрическими величинами, как напряжение, сила тока, сопротивление цепи. Поэтому ниже рассматриваются приборы, измеряющие именно эти величины. Попутно мы кратко рассмотрим и такой прибор, как ваттметр, применяемый для измерения мощности в электрических цепях.

Для измерения напряжения источников тока или напряжений в какой-либо электрической цепи применяются приборы, называемые вольтметрами. Вольтметр показывает измеренную величину напряжения в вольтах. Для измерения силы тока в какой-либо электрической цепи применяются амперметры или миллиамперметры. Амперметры показывают силу тока в цепи в амперах, а миллиамперметры — в миллиамперах.

Для измерения сопротивления электрической цепи, а также больших сопротивлений применяют омметры, мост Уитстона, меггеры. Омметры показывают сопротивление цепи в омах, с помощью моста Уитстона можно измерить сопротивление и вычислить его величину тоже в омах, меггеры показывают сопротивление цепи в килоомах (тысяча ом) и мегомах (миллионы ом).

Для измерения мощности в электрической цепи применяют ваттметры, которые показывают измеряемую величину в ваттах.

Для отличия одного прибора от другого (например, вольтметра от амперметра и других приборов) на шкалах приборов ставят следующие отметки: на вольтметрах — или букву V или пишут слово «вольт»; на амперметрах — или букву А или слово «ампер»; на омметрах — или букву Ω (омега) или слово «ом»; на меггерах чаще всего ставят две буквы — «КΩ», что означает килоомы; на ваттметрах соответственно ставят букву W.

Вольтметры, амперметры, миллиамперметры, омметры и меггеры как приборы, непосредственно показывающие измеряемые величины напряжения, силы тока и сопротивления, имеют стрелку-указатель и шкалу с делениями. Отклонение стрелки-указателя на какое-либо деление шкалы прибора показывает измеренную величину: напряжения — в вольтах, силы тока — в амперах (миллиамперах), сопротивления — в омах (килоомах, мегомах). Начало шкалы помечается знаком «0» (нулевое деление или нуль). Стрелки таких приборов, как вольтметр, амперметр, миллиамперметр, пока они не включены в цепь, должны стоять на нуле шкалы, иначе они будут давать неверные показания. Соответственно стрелки таких приборов, как омметр и меггер, перед началом измерения должны также устанавливаться на нуль (когда омметр не включён в цепь, его стрелка стоит на делении шкалы, отмеченном значком «∞» — бесконечность). Необходимо иметь в виду, что перед измерением прибор должен проверяться, и если его стрелка не стоит на нуле, её надо установить на нулевое деление шкалы, а потом уже включить прибор в измеряемую цепь.

Обычно приборы имеют приспособления для установки стрелки на нуль, если она почему-либо сойдёт с нулевого деления шкалы. Это приспособление называют «корректором» (от слова корректировать, т. е. исправлять неточности положения стрелки прибора).

Показания приборов должны быть возможно более точными (зависят от класса прибора) и независимыми от таких внешних причин, как сильные посторонние магнитные поля, окружающая температура и т. п. Помимо этого, приборы конструируются так, чтобы они при включении в цепь не изменяли её режима (напряжения, силы тока) и сами потребляли незначительное количество электрической энергии.

Вольтметры включаются в измеряемую цепь всегда параллельно. Поэтому, чтобы при включении вольтметра не изменялось напряжение на зажимах измеряемой цепи, он имеет большое сопротивление (тысячи ом). Если сопротивление вольтметра будет

соизмеримо с сопротивлением измеряемой цепи, то его показания будут неверными, так как вольтметр будет сильно уменьшать сопротивление цепи и показывать напряжение на параллельном соединении — цепи и своей обмотки.

Амперметры (миллиамперметры) включаются в измеряемую цепь всегда последовательно. Поэтому, чтобы амперметр (или миллиамперметр) при включении не изменял величины тока, протекающего по цепи, он имеет небольшое сопротивление. Если сопротивление амперметра будет большое, то сила тока в цепи уменьшится и показания его будут неверными. Нужно иметь в виду, что включать амперметры непосредственно (без реостата) на зажимы источника тока нельзя, амперметр может сгореть, а источник тока испортится. Такое включение амперметра равносильно короткому замыканию источника тока.

Включение омметра для измерения сопротивления цепи заключается в следующем: оба конца измеряемой цепи (два провода или провод и земля и т. п.) присоединяются к омметру, но предварительно из этой цепи выключаются источники тока, так как омметр в своей схеме имеет источник тока.

Электрические измерительные приборы делятся на следующие системы:

1) приборы магнитоэлектрические;
2) приборы электромагнитные;
3) приборы тепловые;
4) приборы электродинамические.

Отметим, что системы электроизмерительных приборов определяются принципом устройства прибора. Так например, вольтметр магнитоэлектрический и тепловой измеряют напряжение, но принцип их действия различный. Точно так же амперметр электромагнитный и электродинамический одинаковы по своему назначению (оба измеряют силу тока) и различны по принципу их устройства.

§ 33. ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Принцип устройства приборов магнитоэлектрической системы

Приборы магнитоэлектрической системы построены на принципе взаимодействия двух магнитных полей, из которых одно образуется током, проходящим по виткам подвижной катушки, а другое — сильным подковообразным постоянным магнитом.

Прибор состоит из следующих составных частей (рис. 91): постоянного магнита *1* подковообразной формы, двух полюсных надставок *2*, цилиндрического неподвижного барабана из мягкого железа *3*, подвижной катушки-рамки *4*, вращающейся на двух полуосях, противодействующей пружины *5* (обычно их в приборе две), стрелки-указателя *6*, противовеса *7*, шкалы *8*, специального устройства (корректора) *9* для установки стрелки на нуль и кожуха или футляра.

Рассмотрим рис. 91, где цифрой *2* обозначены полюсные надставки постоянного подковообразного магнита *1*, между которыми помещена рамка *4*.

Если пропустить по виткам рамки ток, то вокруг неё образуется магнитное поле, которое, взаимодействуя с полем постоянного магнита, приведёт к поворачиванию рамки до тех пор, пока она не станет в вертикальное положение. Для того чтобы производить измерения токов различной силы, необходимо придать рамке некоторую противодействующую силу, так как без неё рамка будет совершать движение из горизонтального положения в вертикальное независимо от того, мал или велик ток, проходящий по рамке. Такой противодействующей силой являются спиральные пружины *5*. Пружины при вращении рамки закручиваются и препятствуют дальнейшему вращению рамки. Чем больше ток, проходящий по рамке, тем больше магнитное поле рамки и тем сильнее взаимодействие полей. Следовательно, чем больше ток, тем на больший угол будет поворачиваться рамка, и наоборот.

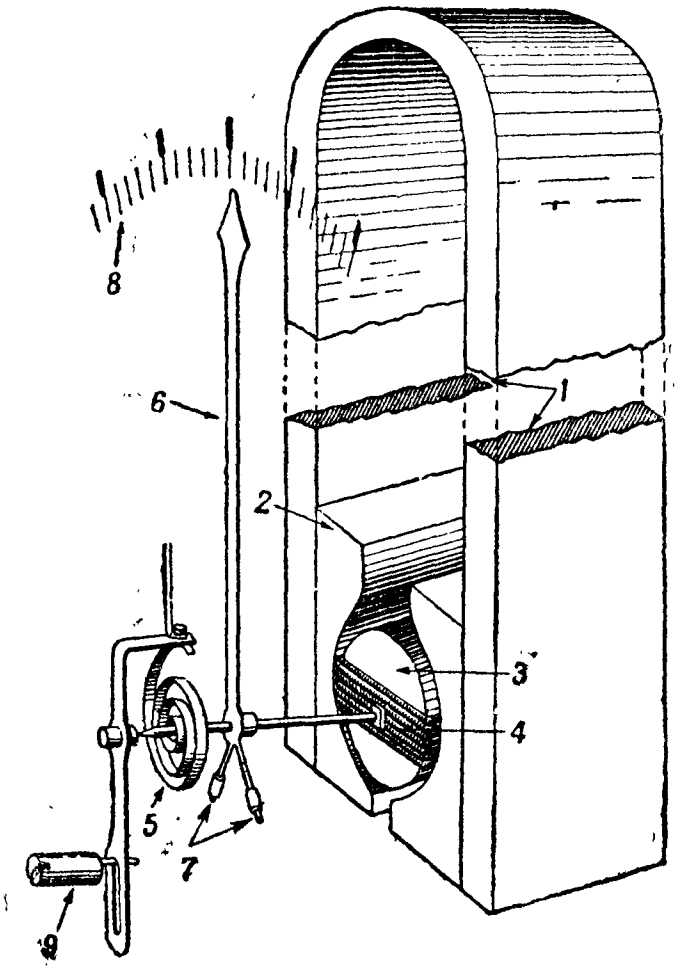


Рис. 91. Схема устройства прибора магнито-электрической системы:

1 — постоянный магнит; *2* — полюсные надставки; *3* — неподвижный барабан; *4* — подвижная рамка; *5* — противодействующая пружина; *6* — стрелка указатель; *7* — противовес; *8* — шкала; *9* — корректор

При малом токе взаимодействие полей будет меньше, и угол отклонения рамки также будет меньше. По углу отклонения рамки можно судить о силе тока, проходящего по цепи. При перемене направления тока, проходящего по обмоткам рамки, последняя повернётся в обратную сторону. Отсюда следует вывод, что магнитоэлектрические приборы пригодны только для измерения тока, протекающего всё время в одном направлении, т. е. постоянного тока. Переменный ток этими приборами измерять нельзя, так как с частотой перемены направления тока будет изменяться и направление вращения рамки, а так как рамка обладает сравнительно большой инерцией, то практически прибор ничего не покажет, стрелка его будет колебаться около нуля. Для измерения же необходимо, чтобы

направление вращения подвижной системы прибора не изменялось.

Схема токопрохождения в магнитоэлектрическом измерительном приборе дана на рис. 92.

Положительными качествами приборов магнитоэлектрической системы являются: высокая чувствительность, точность показаний, равномерность шкалы и независимость от влияния внешних магнитных полей благодаря собственному сильному магнитному полю.

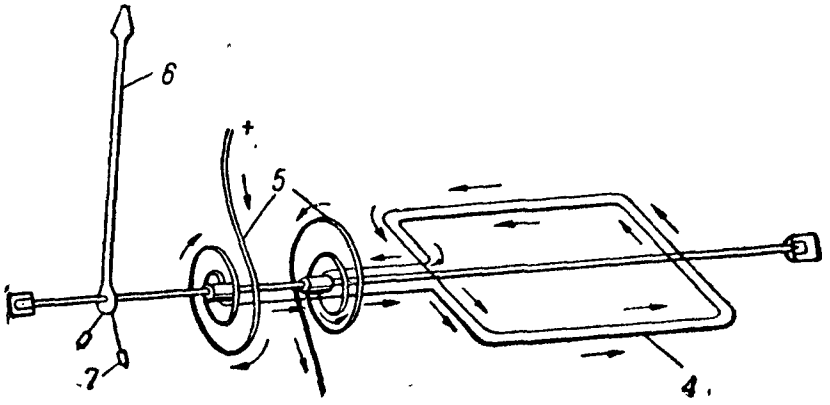


Рис. 92. Схема прохождения тока в приборе магнитоэлектрической системы:

4 — витки подвижной рамки; *5* — противодействующие и токоподводящие пружины; *6* — стрелка-указатель; *7* — противовес

К недостаткам приборов магнитоэлектрической системы следует отнести:

а) возможность измерять только постоянный ток;

б) хрупкость подвижных частей прибора.

На указанном выше принципе построены следующие электроизмерительные приборы, имеющие применение в телеграфной практике:

1) вольтметр;
2) амперметр и миллиамперметр;
3) гальванометр.

Принцип устройства приборов электромагнитной системы

Принцип действия электромагнитных измерительных приборов основан на втягивании куска мягкого железа внутрь катушки при прохождении по ней тока (рис. 93).

Прибор имеет следующие детали: катушку *1*, втягиваемый сердечник *2* в виде лепестка из железа, жёстко связанную с осью сердечника стрелку-указатель *3*, воздушный успокоитель *4* и шкалу *5*. Прибор заключается в железный кожух или футляр.

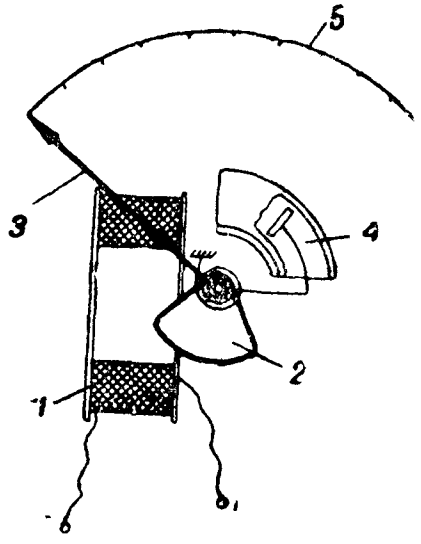


Рис. 93. Принцип устройства прибора электромагнитной системы:

1 — катушка; *2* — сердечник; *3* — стрелка-указатель; *4* — воздушный успокоитель; *6* — шкала

Втягивание железного лепестка в катушку будет тем больше, чем больше будет сила тока, проходящего по обмотке катушки. Втягивание лепестка не зависит от изменения направления тока в катушке, важно, лишь бы создавалось сильное магнитное поле, следовательно, приборы этого типа пригодны также для измерения и переменного тока. На этом принципе построены амперметры и вольтметры электромагнитной системы, широко применяющиеся в технике электрических измерений. По величине втягивания лепестка, а следовательно и по углу отклонения стрелки, можно определить величину тока, протекающего по цепи, в которую включается катушка измерительного прибора.

Положительные качества электромагнитных измерительных приборов следующие:

а) пригодность для измерения как постоянного, так и переменного тока;

б) простота конструкции и дешевизна;

в) выносливость к перегрузкам;

г) механическая прочность.

Недостатки приборов:

а) неравномерность шкалы (в начале шкалы деления сгущены и разрежены к концу); это объясняется тем, что величина угла, на который поворачивается лепесток, при втягивании находится не в линейной зависимости от увеличения силы тока;

б) меньшая точность показаний, чем у магнитоэлектрических приборов;

в) зависимость показания от внешних магнитных полей (для уменьшения этой зависимости приборы помещают обычно в кожух из мягкого железа).

Принцип устройства тепловых измерительных приборов

Принцип действия тепловых измерительных приборов основан на нагревании проводника электрическим током.

Проводник, нагреваясь при прохождении тока, удлиняется. Удлинение будет тем больше, чем больше нагрев проводника, т. е. чем больше сила тока, протекающего по проводнику. По степени удлинения проводника и судят о величине силы тока, протекающего по цепи, в которую включён тепловой измерительный прибор.

Рассмотрим схему устройства приборов тепловой системы (рис. 94). Между контактами *1* и *2* закреплена проволочная нить *3* с большим температурным коэфициентом расширения. К проволочной нити *3* крепится в натянутом положении проволочка *4*, которая другим концом крепится к корпусу прибора. Примерно в середине проволочки *4* прикреплена шёлковая нить *5*, проходящая через ролик *6* со стрелкой-указателем и натягиваемая плоской пружиной *7*.

При пропускании тока через нить *3* она, нагреваясь, удлиняется и прогибается вниз под действием натяжения пружины *7*.

Пружина, перемещаясь влево, тянет за собой шелковую нить, которая поворачивает ролик. Стрелка, укреплённая на ролике, покажет наличие тока в цепи. Величина отклонения стрелки будет тем больше, чем больше будет ток, проходящий через прибор. Следует иметь в виду, что шкала прибора неравномерная, так как между увеличением тока и расширением проволочной нити, по которой он течёт, зависимость нелинейная.

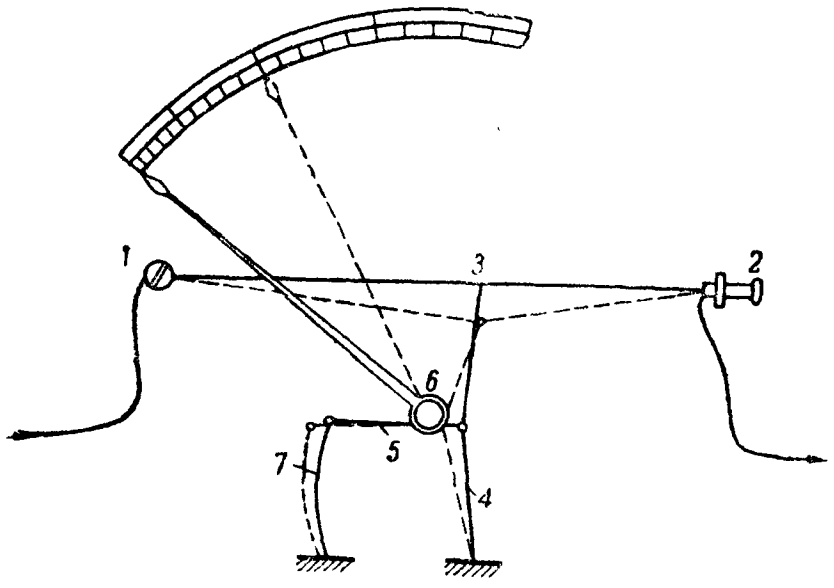


Рис. 94. Принцип устройства прибора тепловой системы:

1 и *2* — контакты; *3* — проволочная нить; *4* — проволочка; *5* — шелковая нить; *6* — ролик со стрелкой-указателем; *7* — натяжная пружина

При прекращении действия тока нить охладится и сократится, благодаря чему стрелка вновь установится на нуле шкалы. Тепловое действие постоянного и переменного токов одинаково. Поэтому тепловые приборы пригодны для измерения как постоянного, так и переменного токов.

Положительные качества тепловых приборов:

а) пригодность для измерения как постоянного, так и переменного токов;

б) независимость показаний от внешних магнитных полей.

Недостатки приборов:

а) неравномерность шкалы;

б) чувствительность к перегрузкам;

в) большое потребление энергии по сравнению с приборами других систем;

г) непостоянство нуля и зависимость показаний от окружающей температуры.

Для уменьшения этого влияния корпус, на котором монтируется нагреваемая нить, изготовляется из материала с таким же температурным коэфициентом расширения, как у самой нити.

Принцип устройства электродинамических приборов

Принцип действия электродинамических приборов основан на взаимодействии проводников, по которым протекает электрический ток. Прибор (рис. 95) состоит из двух катушек *1* и *2* (*1* — неподвижная), по которым проходит ток, стрелки *3*, воздушного успокоителя *4*, противодействующих пружин *5* и шкалы.

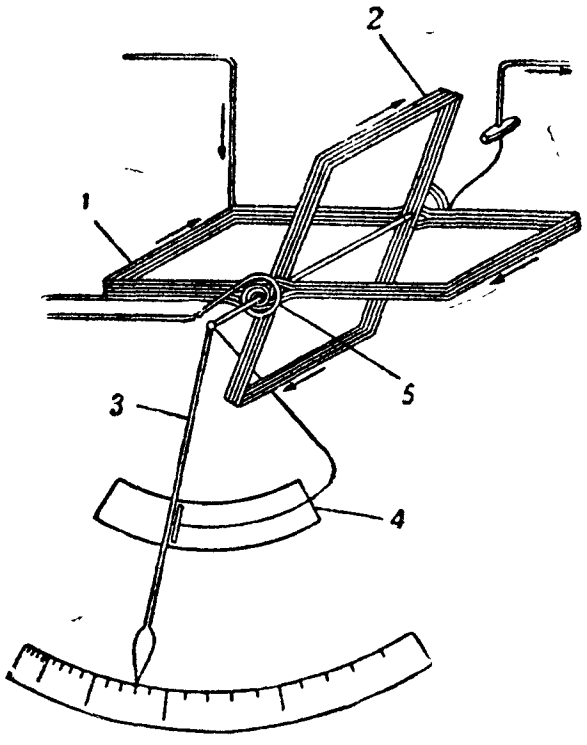


Рис. 95. Принцип устройства прибора электродинамической системы:

1 — неподвижная катушка; *2* — подвижная катушка; *3* — стрелка; *4* — воздушный успокоитель; *5* — противодействующая пружина

При прохождении тока по катушкам вокруг них создаются магнитные поля, которые, взаимодействуя между собой, заставляют подвижную катушку поворачиваться. При перемене направления тока он меняет своё направление одновременно в обеих катушках и взаимодействие между их полями останется прежним, благодаря чему направление поворота подвижной катушки не изменится. Поэтому электродинамическими приборами можно производить измерение как постоянного, так и переменного тока. На этом принципе построены амперметры, вольтметры и ваттметры.

Ваттметром измеряют мощность электрического тока. Электродинамический ваттметр состоит из двух катушек (рис. 96): неподвижной *1* (амперметровой), состоящей из небольшого числа витков толстой проволоки, включаемой последовательно в тот участок цепи, в котором желают измерить расходуемую мощность, и подвижной *2* (вольтметровой), состоящей из большого числа витков тонкой проволоки, помещённой на оси внутри неподвижной катушки. На этой же оси укрепляется стрелка *4*, поршенёк воздушного успокоителя (на рис. 96 не показан) и две спиральные пружинки *3*, служащие для создания противодействующего момента, возвращения стрелки на нуль и для подвода тока к подвижной катушке.

Подвижная катушка включается в цепь подобно вольтметру, т. е. параллельно, и для увеличения её сопротивления последовательно с ней включают добавочное сопротивление $R_д$. Амперметровая обмотка ваттметра является его амперметром и при изменении силы тока в цепи вокруг неё будет меняться магнитное поле, которое, взаимодействуя с полем вольтметровой обмотки, будет увеличивать или уменьшать показания прибора пропорцио-

нально изменению тока. Аналогичным образом действует вольтметровая обмотка прибора, реагируя на изменение напряжения цепи. Иначе говоря, стрелка прибора будет показывать результат произведения двух величин силы тока и напряжения измеряемой цепи, а это, как мы знаем, есть мощность. Следовательно, по углу поворота подвижной системы можно судить о величине потребляемой в цепи мощности и соответственно градуировать шкалу прибора на ватты.

Электродинамический ваттметр имеет равномерную шкалу.

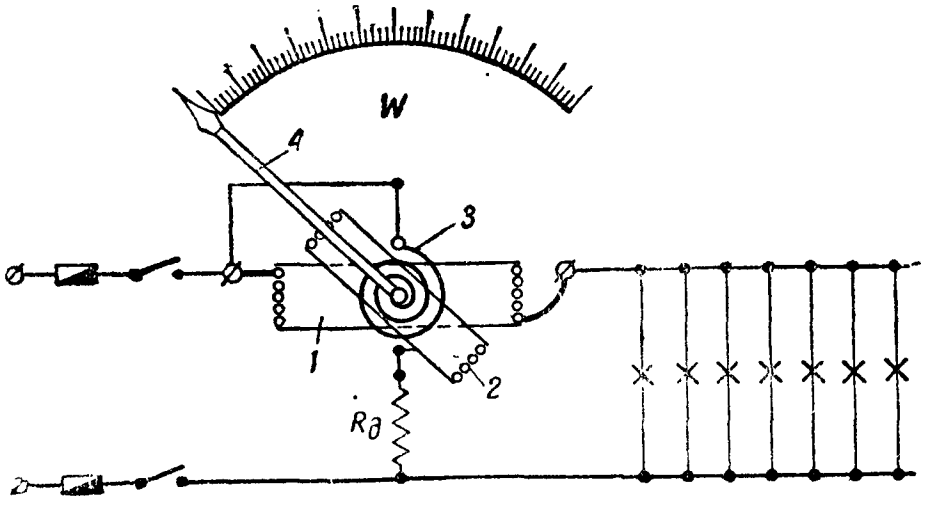


Рис. 96. Схема устройства ваттметра:

1 — неподвижная катушка; *2* — подвижная катушка; *3* — спиральные пружины; *4* — стрелка

Обычно ваттметр снабжается четырьмя зажимами: два из них соответствуют выводам толстой (амперметровой) обмотки, а два других являются выводами тонкой (вольтметровой) обмотки.

При изменении направления тока в обеих катушках направление силы взаимодействия не меняется, поэтому ваттметр пригоден для измерения мощности в цепях как постоянного, так и переменного токов.

Положительные качества электродинамических приборов:

а) пригодность для измерения как постоянного, так и переменного токов;

б) достаточная точность.

Недостатки электродинамических приборов:

а) неравномерность шкалы;

б) чувствительность к внешним магнитным влияниям (близость магнитов, железных тел, проводников с токами и т. д.), что объясняется слабостью магнитных полей, создаваемых катушками;

в) большая чувствительность к перегрузкам;

г) высокая стоимость.

Принцип действия моста Уитстона

Соберём схему согласно рис. 97. Такая схема называется мостом, где сопротивления R_1, R_2, R_3 и R_x будут плечи моста. Гальванометр $Г$ и источник тока $Б$ включаются в диагонали моста.

Сопротивления R_1 и R_2 называются балансными сопротивлениями (плечами) моста, сопротивление R_3 — сравнительным сопротивлением, R_x — измеряемым сопротивлением.

Замкнём цепь ключом $К$; тогда ток от батареи $Б$ придёт к точке *1*, где разветвится на две части. Одна часть тока пройдёт через плечо R_1, точку *3*, плечо R_3 в точку *2*. Вторая часть тока пройдёт через плечо R_2, точку *4*, плечо R_x и тоже в точку *2*. В точке *2* токи сложатся и возвратятся к минусу батареи. Если падение напряжения на сопротивлении R_1 будет равно падению напряжения на сопротивлении R_2, то гальванометр окажется включённым между двумя точками с одинаковым потенциалом и, следовательно, через него ток не пойдёт.

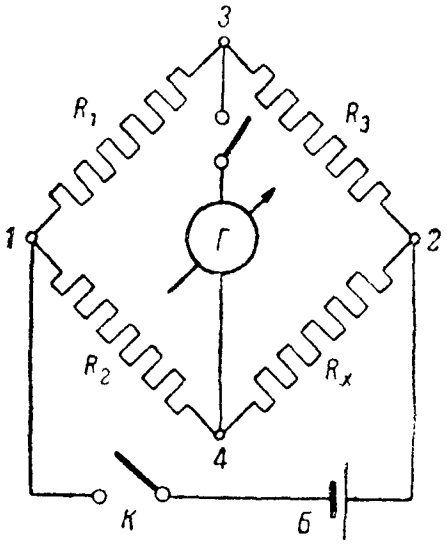


Рис. 97. Принципиальная схема моста Уитстона

Падение напряжения на сопротивлении R_1 будет равно падению напряжения на сопротивлении R_2 только тогда, когда

$$I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 \qquad (61)$$

или

$$U_1 = U_2, \qquad (62)$$

где I_1 и I_2 — токи, протекающие через сопротивления плеч R_1 и R_2;
U_1 и U_2 — напряжения на сопротивлениях R_1 и R_2.

Но сопротивление R_3 соединено последовательно с сопротивлением R_1, а сопротивление R_x — с сопротивлением R_2. Если тока в гальванометре нет, тогда ток $I_1 = I_3$, а ток $I_2 = I_x$. Исходя из сказанного, следует, что падения напряжений на сопротивлениях R_3 и R_x тоже будут равны, так как должно быть одинаковым падение напряжения в обеих ветвях между точками *1* и *2*, т. е.

$$I_1 R_3 = I_2 R_x. \qquad (63)$$

Разделив выражение (61) на выражение (63) и несколько преобразуя, получим, что тока в гальванометре не будет только при том условии, если отношение сопротивлений плеч моста удовлетворяет равенству

$$\frac{R_1}{R} = \frac{R_3}{R_x} \qquad (64)$$

или когда произведения сопротивлений противоположных плеч моста будут равны, т. е.

$$R_1 \cdot R_x = R_2 \cdot R_3. \qquad (65)$$

Из формулы (65) можно легко определить неизвестное сопротивление одного из плеч по трём известным сопротивлениям. Действительно, пусть нам неизвестно сопротивление R_x, а остальные три сопротивления R_1, R_2 и R_3 известны. Тогда

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1}. \qquad (66)$$

Пример. Сопротивления $R_1 = 100$ *ом*, $R_2 = 50$ *ом* и $R_3 = 60$ *ом*. Определить R_x.

Подставив данные примера в формулу (66), будем иметь

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} = \frac{50 \cdot 60}{100} = \frac{3000}{100} = 30 \text{ ом}.$$

Проверив соотношение плеч моста для приведенного примера по формуле (64), получим

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{100}{50} = 2 \text{ и } \frac{R_3}{R_x} = \frac{60}{30} = 2.$$

Как видим, при таком соотношении плеч моста тока в гальванометре $Г$ не будет, так как потенциалы в точках *3* и *4* равны.

Используя этот принцип, устраивают специальные приборы для измерения сопротивлений, которые называют мостами Уитстона.

§ 34. УСТРОЙСТВО И ПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ

Ниже даётся краткое пояснение устройства приборов и пользования измерительными приборами, применяемыми в телеграфной практике.

Вольтметр магнитоэлектрической системы

В телеграфной практике вольтметры применяются для измерения напряжения источников тока (или напряжения в какой-либо цепи) и в некоторых схемах для измерения сопротивления проводов и сопротивления их изоляции. Вольтметры магнитоэлектрической системы могут быть как щитовые (устанавливаемые на щитах), так и переносные.

На рис. 98 показан общий вид вольтметра переносного типа, имеющего наибольшее применение на телеграфных станциях. Этот вольтметр заключён в деревянный ящик с ручкой для переноски вольтметра. На верху ящика укреплено четыре зажима, обозначенные «+» (общий зажим), «3» (3 вольта), «15» (15 вольт) и «150» (150 вольт). Соответственно, этим вольтметром можно измерять напряжения в пределах 0—3 *в*, 0—15 *в* и 0—150 *в*.

Вольтметр имеет равномерную шкалу на 150 делений. Необходимо иметь в виду, что у такого вольтметра цена одного деления шкалы при разных пределах измерения будет разной. Цена одного деления шкалы может быть определена по формуле

$$V_{ц} = \frac{V_{шк}}{n} \text{ в}, \qquad (67)$$

где $V_{ц}$ — цена одного деления шкалы вольтметра в вольтах;

$V_{шк}$ — максимальное значение данной шкалы в вольтах;

n — число делений шкалы вольтметра.

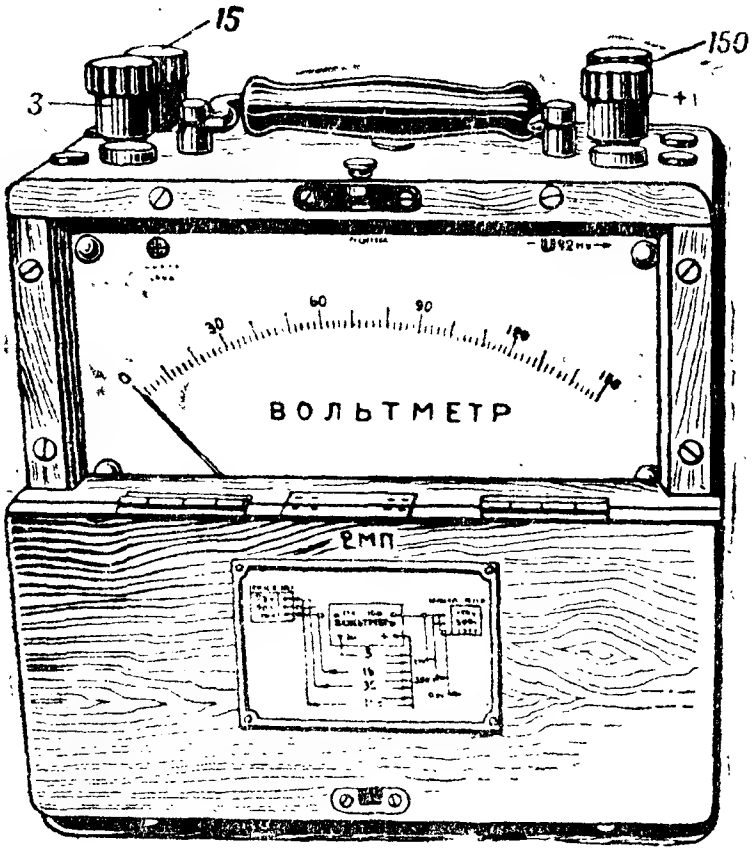


Рис. 98. Переносный вольтметр

Пример 1. Вольтметр имеет шкалу 150 делений и им можно измерять напряжения в пределах 0–3 *в*, 0—15 *в* и 0–150 *в*. Определить цену деления шкалы при 150 *в*, 15 *в* и 3 *в*. По формуле (67) имеем:

$$\text{для } 150 \text{ в } V_{ц} = \frac{V_{шк}}{n} = \frac{150}{150} = 1 \text{в};$$

$$\text{для } 15 \text{ в } V_{ц} = \frac{V_{шк}}{n} = \frac{15}{150} = 0{,}1 \text{ в};$$

$$\text{для } 3 \text{ в } V_{ц} = \frac{V_{шк}}{n} = \frac{3}{150} = 0{,}02 \text{ в}.$$

Из примера видно, что:

а) при включении зажимов вольтметра „+“ и „150“ цена одного деления шкалы равна 1 *в*;

б) при включении зажимов „+" и „15" цена одного деления шкалы равна 0,1 *в*;

в) при включении зажимов „+" и „3" цена одного деления шкалы равна 0,02 *в*.

Пример 2. Проверить, чему равно истинное значение величины измеренного напряжения $V_{ист}$, если мы включали вольтметр:

а) зажимами „+" и „150", и при этом стрелка установилась на 100-м делении шкалы. Учитывая данные примера 1, имеем:

$$V_{ист} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ в};$$

б) зажимами „+" и „15", и при этом стрелка установилась тоже на 100-м делении шкалы. Имеем в этом случае:

$$V_{ист} = 100 \cdot 0{,}1 = 10 \text{ в};$$

в) зажимами „+" и „3", и при этом стрелка установилась на 120-м делении шкалы. В этом случае имеем:

$$V_{ист} = 120 \cdot 0{,}02 = 2{,}4 \text{ в}.$$

Вычисления примера 2 делают обычно в уме; быстрота вычислений достигается при небольшой тренировке в работе с вольтметром.

Переносный вольтметр (рис. 98) имеет большое внутреннее сопротивление (100—150 *ом* на каждое деление шкалы). Для определения сопротивления вольтметра пользуются формулой

$$R_в = \frac{1000 \cdot V_{шк}}{I} \text{ ом}, \qquad (68)$$

где $R_в$ — сопротивление вольтметра в омах;

$V_{шк}$ — максимальное число делений шкалы в вольтах;

I — сила тока в миллиамперах.

Обычно сила тока I в миллиамперах помечается на шкале вольтметра.

Пример 3. Вольтметр имеет шкалу на 150 *в*. На шкале прибора обозначена сила тока $I = 7{,}5$ *ма*. Определить сопротивление вольтметра.

По формуле (68) имеем:

$$R_в = \frac{1000 \cdot V_{шк}}{I} = \frac{1\,000 \cdot 150}{7{,}5} = 20\,000 \text{ ом}.$$

Амперметр и миллиамперметр магнитоэлектрической системы

В телеграфной практике амперметры применяют для измерения силы тока заряда (или общего разрядного тока) аккумуляторных батарей, силы тока в моторных цепях и т. п. Чаще всего амперметры устанавливаются на щитках (зарядных, распределительных и т. п.) и реже встречаются переносного типа.

Миллиамперметры применяют для измерения силы тока в линейных и местных цепях телеграфных аппаратов. В практике встречаются миллиамперметры переносного типа и непосредственно устанавливаемые на аппаратах или щитках. Общий вид переносного миллиамперметра показан на рис. 99.

Миллиамперметры этого типа могут быть с односторонней и двухсторонней шкалой; в последнем типе прибора шкала имеет нуль посредине. С целью расширения пределов измерения некоторые образцы миллиамперметров снабжаются шунтами. В этом случае прибор имеет несколько зажимов для включения, из них один является общим, а остальные используются в зависимости от того, какой силы ток необходимо измерить.

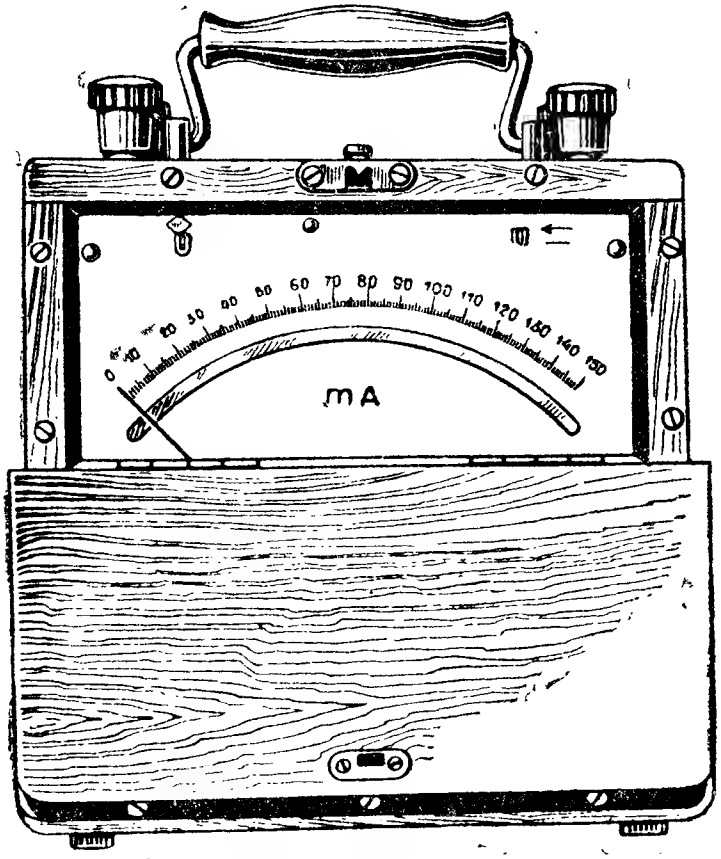


Рис. 99. Переносный миллиамперметр

При включении в цепь миллиамперметра с односторонней шкалой надо соблюдать полярность включения, если же шкала миллиамперметра имеет нуль посредине, полярность включения необязательна.

Вольтмиллиамперметры магнитоэлектрической системы

Карманные вольтмиллиамперметры представляют собой универсальный измерительный прибор, который может быть использован либо как вольтметр, либо как миллиамперметр.

Общий вид карманного вольтмиллиамперметра на 3 *в* и 30 *ма* показан на рис. 100.

Если этот прибор используется как вольтметр, надо один провод от измеряемого источника тока (или цепи) присоединить

к общему зажиму прибора, а другой провод присоединить к зажиму, обозначенному буквой «В». В этом случае прибор включается в цепь параллельно. Если же прибор используется как миллиамперметр, надо один провод от измеряемой цепи присоединить к общему зажиму, а другой провод цепи присоединить к зажиму, помеченному буквами «МА». В последнем случае прибор включается в цепь последовательно.

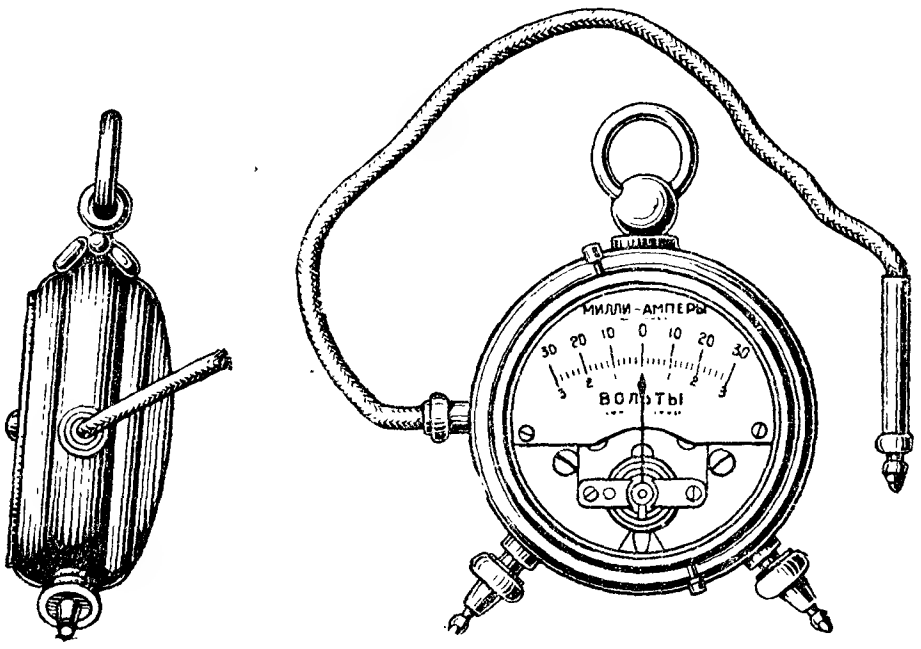


Рис. 100. Карманный вольтмиллиамперметр

Пользование вольтметром и миллиамперметром магнитоэлектрической системы просто и не требует особого пояснения. Надо только помнить порядок включения в цепь. Перед включением прибора для измерения необходимо проверить положение стрелки. Она должна быть на нуле шкалы. Если стрелка не стоит на нуле, надо поворачивать винт корректора (иногда на приборах он отмечается цифрой «0») в ту или другую сторону, пока стрелка не станет на нуль.

Омметр типа МОП

Омметром называют прибор для измерения сопротивлений, который при измерении даёт показания непосредственно в омах (шкала омметра проградуирована в омах). Погрешность измерений омметром порядка 4%.

Общий вид омметра, применяемого для измерений на телеграфных станциях, показан на рис. 101 а. На рис. 101 б дана схема омметра.

Омметр представляет собой магнитоэлектрический измерительный прибор с двумя шкалами. Верхняя шкала омметра, отмеченная словом «сотни», имеет предел измерения до 10 000 *ом,* а ниж-

няя шкала, отмеченная словом «тысячи», имеет предел измерения до 100 000 *ом*. Соответственно при подсчёте величины измеренного сопротивления надо показания стрелки прибора умножить на 100, если измеряют по верхней шкале, и на 1000, если измеряют по нижней шкале.

При измерении сопротивлений до 10 000 *ом* к омметру подключается напряжение порядка 1,4—1,5 *в* (один сухой или водона-

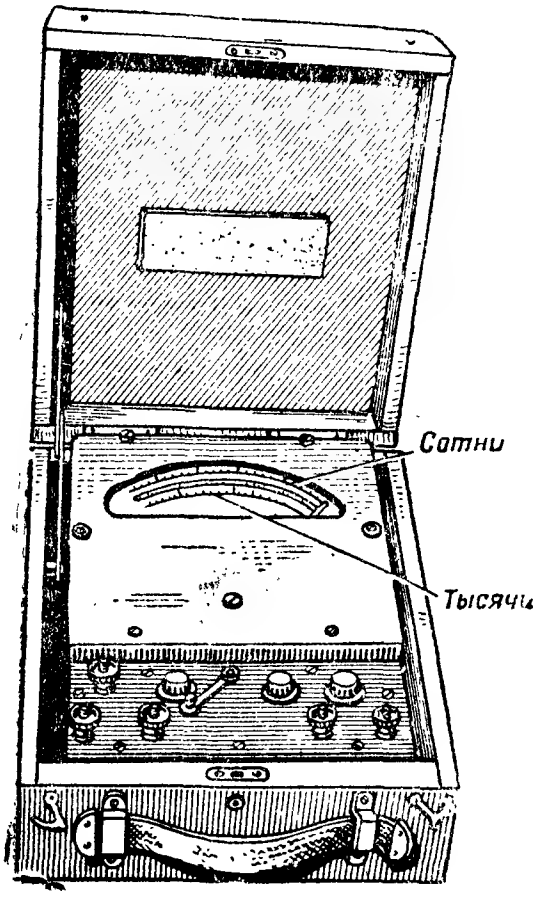


Рис. 101а. Омметр типа МОП (общий вид)

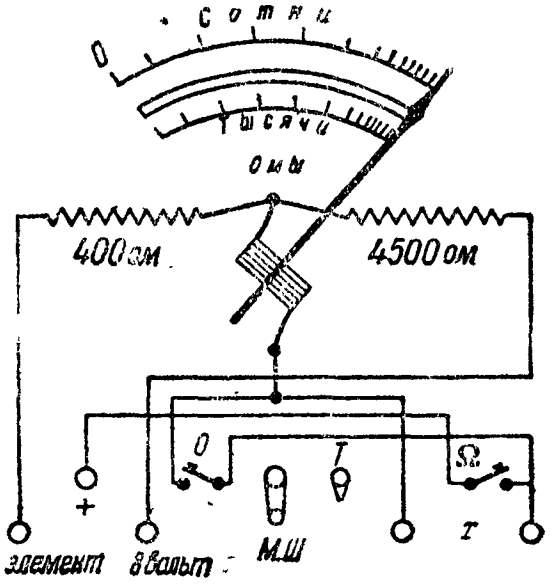


Рис. 101б. Схема омметра типа МОП

ливной элемент типа 3С), а при измерении сопротивлений до 100 000 *ом* к омметру подключают напряжение 8 *в* (шесть элементов 3С, соединённых между собой последовательно).

Для включения питания на панели омметра имеется три зажима. К зажимам, помеченным «+» и «1 элемент», подключают питание при измерении сопротивлений до 10 000 *ом,* а к зажимам, помеченным «+» и «8 вольт», подключают источник тока при измерении сопротивлений до 100 000 *ом*. Во всех случаях при включении источников тока к омметру надо обязательно соблюдать полярность, иначе стрелка будет отклоняться в обратную сторону.

На этой же панели ещё размещены: два зажима, обозначенные буквой «Х», к которым присоединяют провода от измеряемого сопротивления; три кнопки, обозначенные: «0» — кнопка нуль, «Т» — кнопка тормоза и «Ω» — кнопка измерения сопротивления; рычаг, обозначенный буквами «МШ» — магнитный шунт. Кроме того, вверху на кожухе омметра расположена головка регулировочного винта корректора, обозначенная значком «∞». Порядок

пользования этими кнопками, рычагом и винтом указан ниже при описании подготовки омметра к измерению.

Прежде чем начать измерение омметром, надо его подготовить к измерению. Подготовку омметра необходимо проводить в такой последовательности:

— отпустить тормоз;

— установить стрелку прибора на деление шкалы, обозначенное значком «∞» (бесконечность);

— подключить к омметру источник питания;

— установить стрелку на нулевое деление шкалы.

Тормоз отпускают так: поворачивают кнопку «1» до тех пор, пока она не поднимется немного вверх. Подвижная система прибора вместе со стрелкой после этого освобождается.

Установка стрелки на бесконечное сопротивление на деление «∞» осуществляется осторожным поворачиванием отвёрткой головки винта, обозначенного значком «∞».

Подключение источника питания к омметру. Если измерения омметром проводят по шкале «сотни» (до 10 000), надо взять один сухой или водоналивной элемент типа 3С и подключить его к зажимам «+» и «1 элемент» (обязательно соблюдать полярность). Если омметром измеряется сопротивление выше 10 000 *ом* (до 100 000 *ом*), то к прибору присоединяют батарею в 8 *в*, подключая её к зажимам «+» и «8 вольт». Для измерения можно брать элементы или аккумуляторы (чаще всего берут элементы).

Надо, однако, помнить, что присоединение источников тока с другим напряжением недопустимо, ибо омметр будет давать неверные показания.

Установка стрелки на нуль. Чтобы установить стрелку на нуль, надо нажать кнопку «0» и, плавно поворачивая рычажок «МШ» в ту или другую сторону, смотреть за движением стрелки. Как только стрелка станет на нулевом делении шкалы, отпускают кнопку «0» и рычаг «МШ». После этого омметр готов к измерению.

Измеряют омметром так: подключают к зажимам «*X*» измеряемое сопротивление и, нажав на кнопку «Ω», отсчитывают показания стрелки и умножают на 100, если измеряют по шкале «сотни», или умножают на 1 000, если измеряют по шкале «тысячи».

Омметр типа ОДО-1

Омметром типа ОДО-1, общий вид которого показан на рис. 102а, можно измерить различные сопротивления не свыше 30 000 *ом*. Омметр ОДО-1 (рис. 102а и 102б) имеет магнитоэлектрический прибор со шкалой, отградуированной в омах. Все части прибора смонтированы на эбонитовой панели, которая крепится в деревянном ящичке. Сверху на панели крепятся: прибор со шкалой с делениями 0—10—30—50—100—200—500—1000—3000 — ∞, ручка, отмеченная надписью «установка нуля», и три

зажима для подключения к омметру измеряемого сопротивления. Зажимы соответственно помечены «0» — общий зажим, «×1» — зажим, используемый при измерении до 3000 *ом,* и зажим «×10» — используемый при измерении до 30 000 *ом.*

Снизу панели размещены две контактные колонки *1* («+» и «—»), для включения батарейки напряжением 4,5 *в* (батарейка

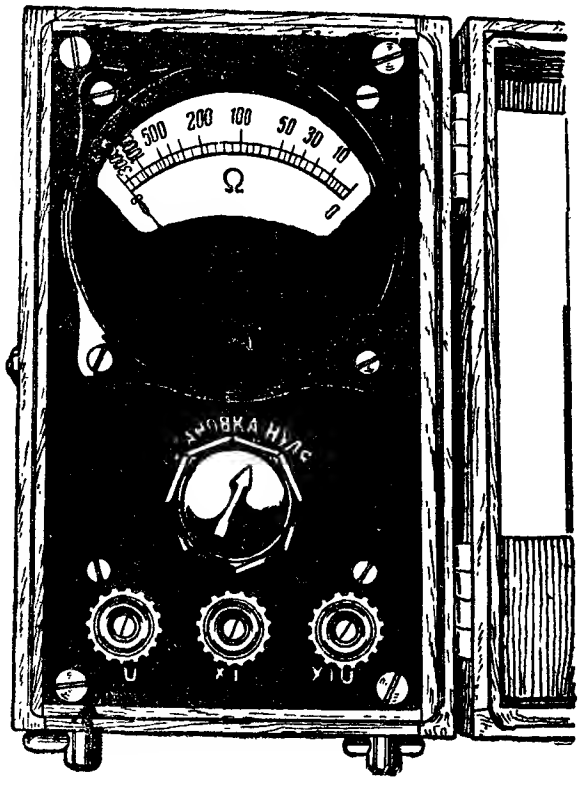


Рис. 102а. Омметр типа ОДО-1 (вид сверху)

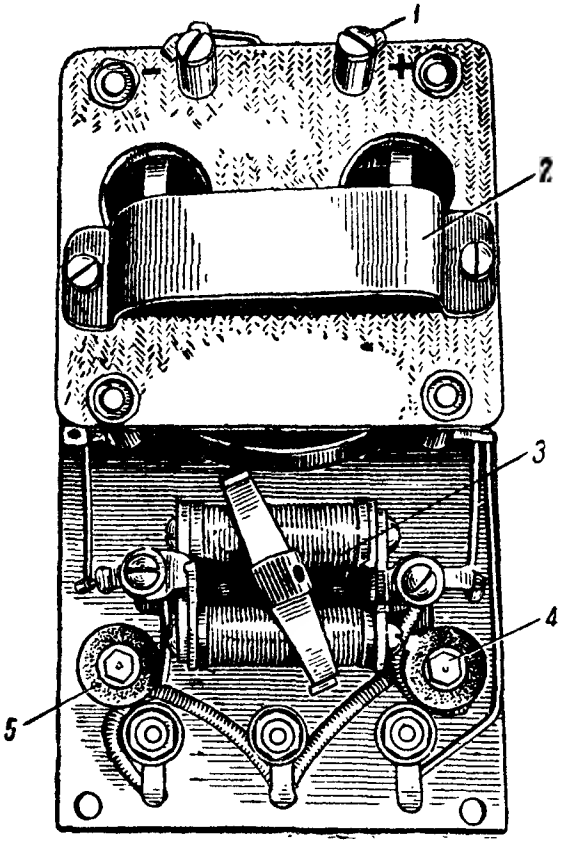


Рис. 102б. Вид на панель омметра типа ОДО-1 снизу:

1 — контактные колонки; *2* — скобка; *3* — реостат; *4* и *5* — катушки сопротивления

карманного фонаря), которая крепится с помощью скобки *2.* Напротив прибора на панели соответственно закреплены: реостат *3* (двухкатушечный) сопротивлением 70 *ом,* катушка *4* сопротивлением 111 *ом,* катушка *5* сопротивлением 2 000 *ом* с отводом через 1 000 *ом.*

Схема омметра ОДО-1 показана на рис. 102в.

Омметр ОДО-1 имеет два предела измерений: 0—3 000 *ом* и 0—30 000 *ом.*

При измерении в пределах 0—3 000 *ом* надо измеряемое сопротивление включать в зажимы «0» и «×1». В этом случае величина измеренного сопротивления в омах отсчитывается непосредственно по шкале прибора (в заводской инструкции указывается, что в этом случае показания шкалы умножаются на 1, что не меняет величины показаний по шкале омметра).

При измерении в пределах 0—30 000 *ом* надо измеряемое сопротивление включать в зажимы «0» и «×10». В этом случае, чтобы определить величину измеренного сопротивления в омах, надо показания по шкале прибора умножить на 10.

Омметр ОДО-1 подготавливается к измерению в такой последовательности:

а) подключают к омметру батарейку (если она не включена заранее) карманного фонаря напряжением 4,5 в; батарейка крепится внутри прибора и подключается к контактным колонкам, обозначенным знаками «+» и «—»;

б) устанавливают стрелку прибора на деление шкалы, помеченное знаком «∞», для чего отвёрткой надо поворачивать винт корректора прибора в ту или иную сторону, пока стрелка не установится на делении «∞»;

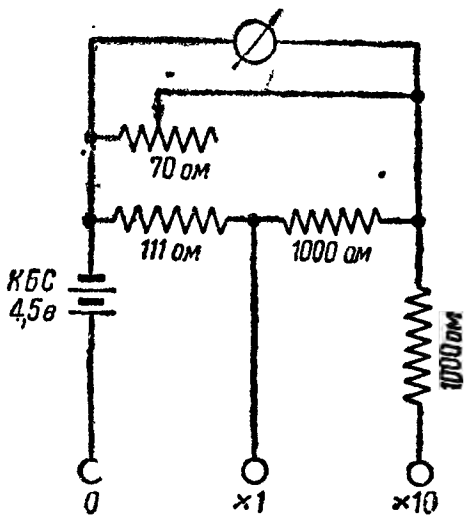


Рис. 102в. Схема омметра ОДО-1

в) устанавливают стрелку прибора на нулевом делении шкалы, для чего:

— при измерении в пределах 0—3 000 *ом* надо перемычкой замкнуть накоротко зажимы «0» и «×1» и поворотами ручки «установка нуля» в ту или иную сторону установить стрелку на нулевом делении шкалы; установив стрелку прибора на «0», перемычку с зажимов «0» и «×1» снять;

— при измерении в пределах 0—30 000 *ом* надо замкнуть накоротко зажимы «0» и «×10» и поворотом ручки «установка нуля» установить стрелку на нулевом делении шкалы; установив стрелку на «0», перемычку с зажимов «0» и «×10» снять.

Подготовив омметр к измерению, к нему подключают измеряемое сопротивление и отсчитывают показания по шкале прибора. По показаниям прибора определяют величину измеренного сопротивления (см. выше).

Пример 4. Измеряемое сопротивление R_x подключено к зажимам „0" и „×1", при этом стрелка прибора установилась на 100-м делении шкалы. Определить величину R_x.

$$R_x = 100 \times 1 = 100 \text{ ом.}$$

Пример 5. Измеряемое сопротивление R_x подключено к зажимам „0" и „×10", при этом стрелка прибора установилась на 100-м делении шкалы. Определить величину R_x.

$$R_x = 100 \times 10 = 1000 \text{ ом.}$$

Закончив измерение, надо отключить измеренное сопротивление от омметра и закрыть крышку прибора. *При этом батарейку выключать не следует*, она может оставаться включённой до полного её израсходования.

Прибор типа ИЗ

Прибор типа ИЗ, общий вид которого показан на рис. 103а, применяется для измерения сопротивления заземлений на телеграфных станциях.

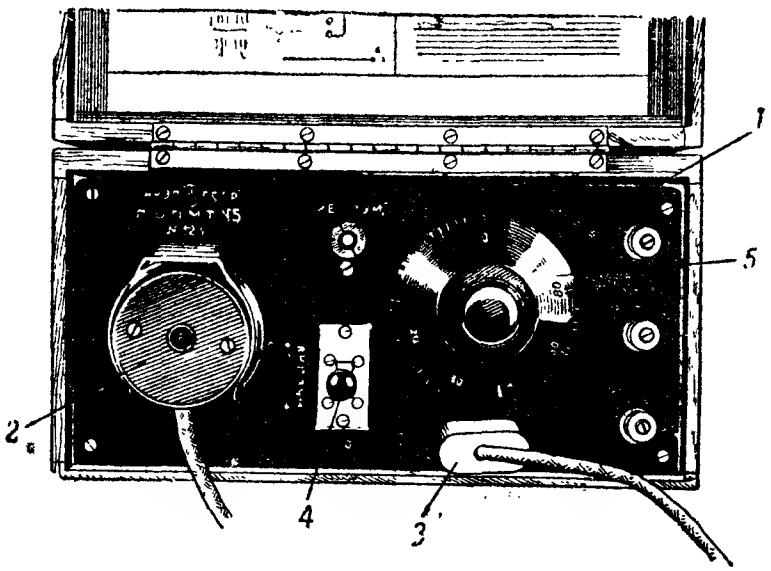


Рис. 103а. Прибор типа ИЗ (вид сверху):
1 — панель; *2* — телефон в держателе; *3* — вилка; *4* — рукоятка ключа; *5* — рукоятка потенциометра

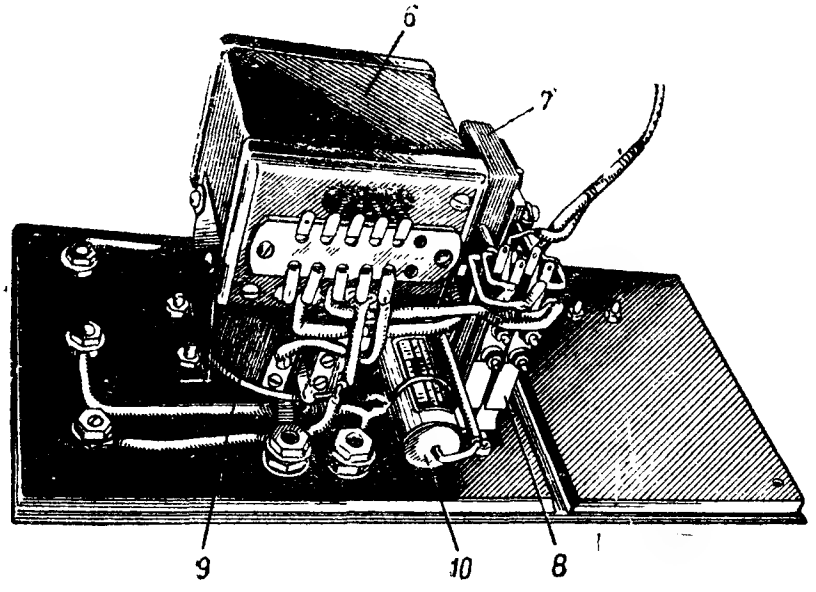


Рис. 103б. Вид на панель прибора ИЗ снизу:
6 — трансформатор; *7* — зуммер; *8* — ключ; *9* — потенциометр; *10* — конденсатор

Прибор ИЗ устроен следующим образом (рис. 103а и 103б). Все части прибора смонтированы на панели *1*. Сверху на панели размещены: держатель для телефона *2* со шнуром и вилкой *3*; рукоятка *4* ключа («вкл. зум.») включения зуммера или на отметку «1» или на отметку «10»; рукоятка *5* потенциометра, на шкале которой нанесены деления 0—20—30—40—50—60; три за-

жима: «$З_1$» и «$З_2$» — для включения вспомогательных заземлений и «*Зи*» — для включения измеряемого заземления; регулировочный винт зуммера («рег. зум.»). Снизу на панели соответственно закреплены: трансформатор *6*, зуммер *7* обычного телефонного аппарата фонического вызова, ключ *8* типа И, потенциометр *9*, конденсатор *10* ёмкостью в 0,1 *мкф* и мелкие монтажные детали. Схема прибора ИЗ показана на рис. 103в.

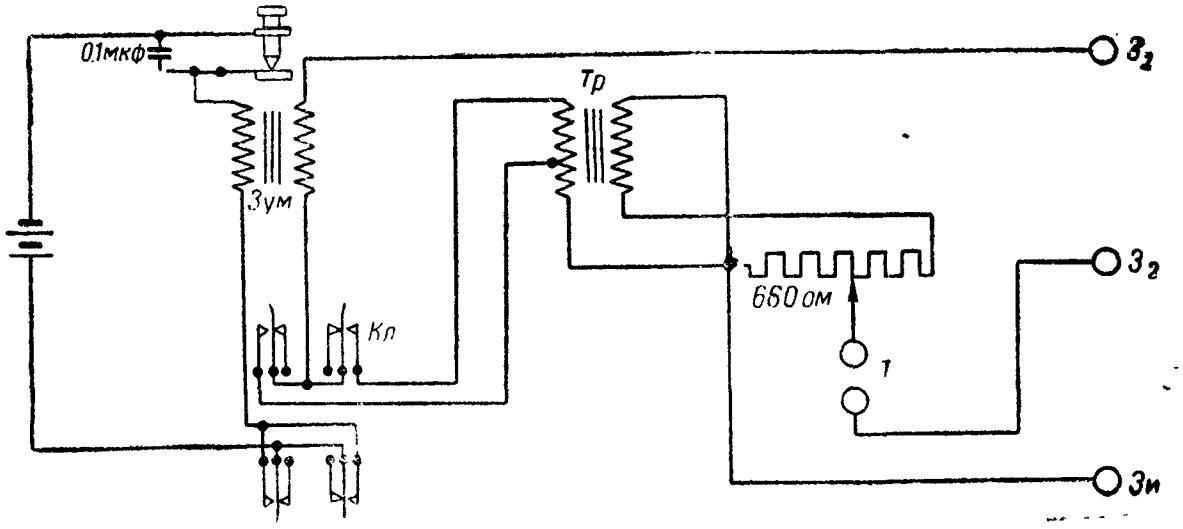


Рис. 103в. Схема прибора ИЗ

Панель вместе с деталями крепится в деревянном ящике, в котором размещается также и батарея, питающая зуммер. На крышке ящика прибора сделано два гнезда для укладки двух земляных стержней. Прибором типа ИЗ (рис. 103) можно измерять сопротивление любого заземления, если величина сопротивления не выше 600 *ом*. Прибор ИЗ имеет два предела измерений: 0—60 *ом* и 0—600 *ом*.

При любом пределе измерения измеряемое заземление присоединяют к зажиму «*Зи*», а два вспомогательных заземления присоединяют к зажимам «$З_1$» и «$З_2$». Порядок подключения вспомогательных заземлений к зажимам «$З_1$» и «$З_2$» значения не имеет.

При измерении в пределах 0—60 *ом* надо рукоятку ключа с отметкой «вкл. зум.» установить в положение *1* (от себя). В этом случае величину сопротивления в омах измеренного заземления отсчитывают непосредственно по делениям шкалы лимба прибора.

При измерении в пределах 0—600 *ом* надо рукоятку ключа с отметкой «вкл. зум.» установить в положение *10* (на себя). В этом случае, чтобы определить величину сопротивления в омах, надо показания шкалы лимба умножить на 10.

Подготовка прибора ИЗ состоит в следующем:

— включают батарею для питания зуммера;

— включают ключ или на «1» или на «10» и регулируют зуммер винтом с отметкой «рег. зум.».

Чтобы измерить сопротивление какого-либо заземления прибором ИЗ, надо:

— устроить два вспомогательных заземления, если имеется только одно измеряемое заземление; для устройства вспомогательных заземлений используются земляные стержни, имеющиеся при приборе ИЗ;

— подключить к прибору ИЗ все три заземления согласно указаниям, изложенным выше;

— вынуть телефон из держателя и включить его вилку в гнёзда, отмеченные буквой «Т»;

— установить рукоятку ключа «вкл. зум.» или на «1» или на «10» (в зависимости от предела измерения); этим включается зуммер; если требуется, то зуммер регулируется винтом, помеченным «рег. зум.»;

— вращая рукоятку лимба прибора, добиться минимума звука в телефоне;

— определить величину сопротивления измеренного заземления в омах путём отсчёта по шкале лимба.

Закончив измерение, надо:

— установить рукоятку ключа «вкл. зум.» в среднее положение; этим выключается зуммер;

— отключить проводники от зажимов «*Зи*», «$З_1$» и «$З_2$»;

— уложить телефон в держатель;

— закрыть крышку прибора и уложить земляные стержни в гнёзда на крышке.

Батарея питания зуммера может оставаться включённой в приборе ИЗ до её полного израсходования.

Мост Уитстона

Мост Уитстона применяется для измерения сопротивления проводов или сопротивления изоляции проводов в пределах до 10 000 000 *ом*. На рис. 104а показан общий вид моста Уитстона производства советских заводов, а на рис. 104б дана схема этого моста. При подсчёте величины измеряемого сопротивления надо пользоваться формулой

$$R_x = R_б \frac{R_у}{R_р}, \qquad (69)$$

где R_x — измеряемое сопротивление;

$R_б$ — эквивалентное сопротивление, набранное на балансном плече моста (помечено на мосту словами «единицы», «десятки», «сотни», «тысячи»);

$R_у$ — сопротивление, набранное на плече моста с пометкой «умножить»;

$R_р$ — сопротивление, набранное на балансном плече моста с пометкой «разделить».

Пример 6. При измерении сопротивления R_x получены следующие значения на плечах моста: $R_б = 1550$, $R_у = 1000$, $R_р = 100$. Определить, чему равно сопротивление R_x.

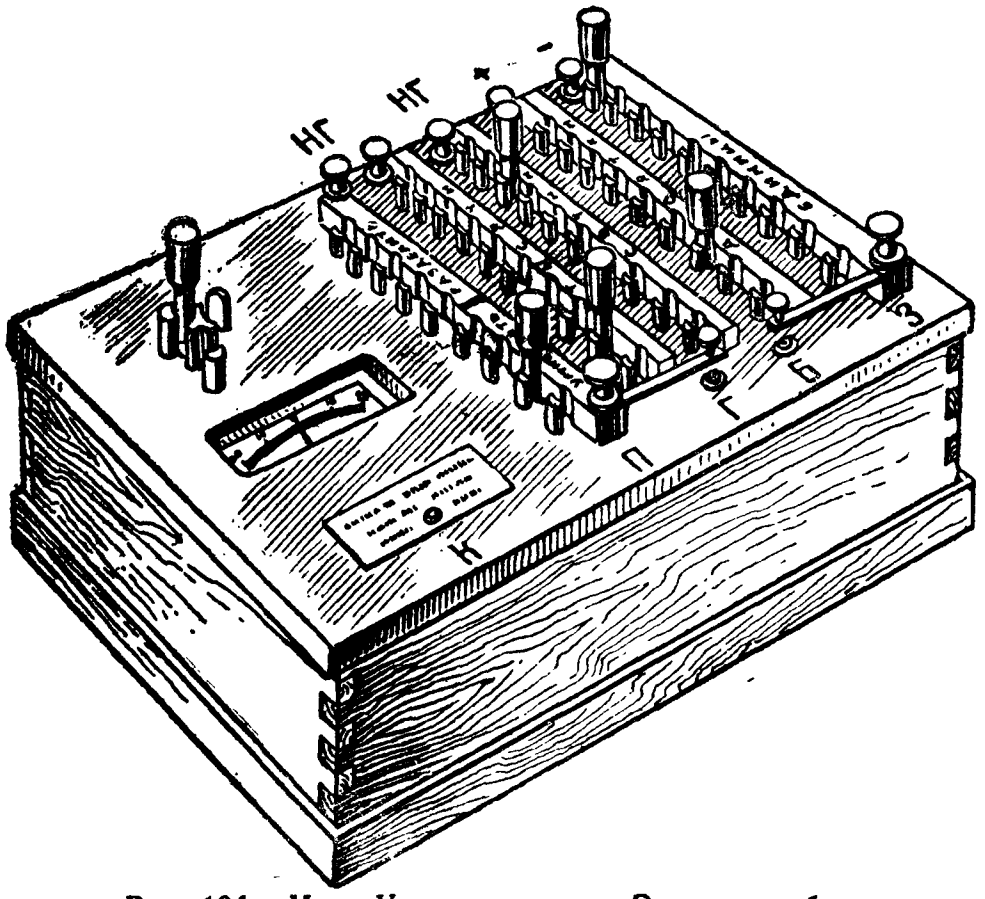


Рис. 104а. Мост Уитстона завода Электроприбор

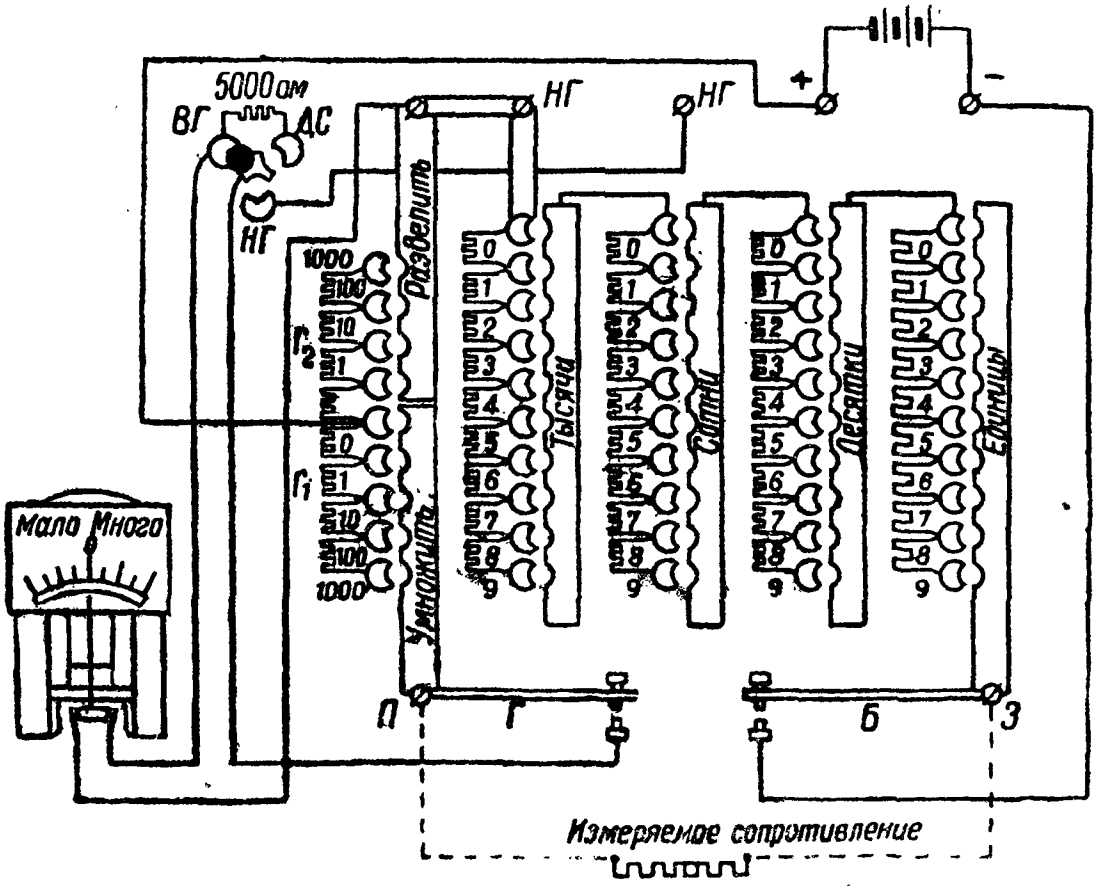


Рис. 104б. Схема моста Уитстона завода Электроприбор

По формуле (69) имеем:

$$R_x = R_б \frac{R_у}{R_р} = 1550 \cdot \frac{1000}{100} = 1550 \cdot 10 = 15\ 500\ ом.$$

Работа с мостом Уитстона при измерении проводится в такой последовательности:

а) подключают к зажимам «+» и «—» источник тока, напряжение которого берут по таблице в зависимости от величины сопротивления R_x. Обычно напряжение источника берут порядка 3—20 *в*, при этом чем больше сопротивление R_x, тем выше берётся напряжение источника тока, и наоборот;

б) подключают измеряемое сопротивление R_x к зажимам *П* и *З* моста;

в) устанавливают штепсель в гнездо *ДС*; этим самым последовательно с гальванометром включается добавочное сопротивление;

г) устанавливают штепсели в плечах «умножить» и «разделить», допустим, в гнезда «1 000» и «1 000»;

д) на балансном плече устанавливают штепсели в гнёзда ламелей «единицы», «десятки», «сотни», «тысячи» так, чтобы общее сопротивление этого плеча было (в данном случае) примерно равно измеряемому сопротивлению;

е) нажимают сначала ключ *Б*, затем на короткое время ключ *Г* и следят за стрелкой гальванометра;

ж) допустим, что стрелка отклонилась в сторону «много», тогда отпускают сначала ключ *Г*, потом ключ *Б* и уменьшают сопротивление на балансном плече;

з) снова нажимают ключ *Б*, затем на короткое время ключ *Г*. Пусть теперь стрелка отклонилась в сторону «мало». Это значит, что на балансном плече надо сопротивление увеличить. Опять отпускают ключи так, как указано в пункте «ж», и снова подбирают сопротивление на балансном плече;

и) подбирают сопротивление на балансном плече моста до тех пор, пока при нажатии на ключи стрелка не станет на нуль шкалы;

к) добившись нулевого положения стрелки гальванометра, вынимают штепсель из гнезда *ДС* и вставляют его в гнездо *ВГ*; при этом добавочное сопротивление выключается из цепи гальванометра и его чувствительность увеличивается; после этого повторяют манипуляции с ключами, как указано выше, и добиваются опять нулевого положения стрелки;

л) когда стрелка установлена на нуль, прочитывают показания на балансном плече, на плечах «умножить» и «разделить» и подсчитывают величину сопротивления R_x по формуле.

Если по каким-либо причинам к мосту надо подключить наружный гальванометр (например, когда гальванометр моста неисправен), то последний включают в зажимы *НГ*. При измерении с наружным гальванометром штепсель устанавливают в гнездо *НГ* и начинают измерять так, как это было описано выше в пунктах «а»—«л».

Если стрелка внутреннего гальванометра сбита с нуля, надо отвёрткой плавно поворачивать головку винта корректора, пока она не станет на нулевое деление шкалы.

По окончании измерений мост надо уложить в ящик и хранить его в сухом тёплом месте (в шкафу, в столе и т. п.).

Мост Кольрауша

Мост Кольрауша применяют главным образом для измерения сопротивления заземлений. Общий вид моста Кольрауша показан на рис. 105.

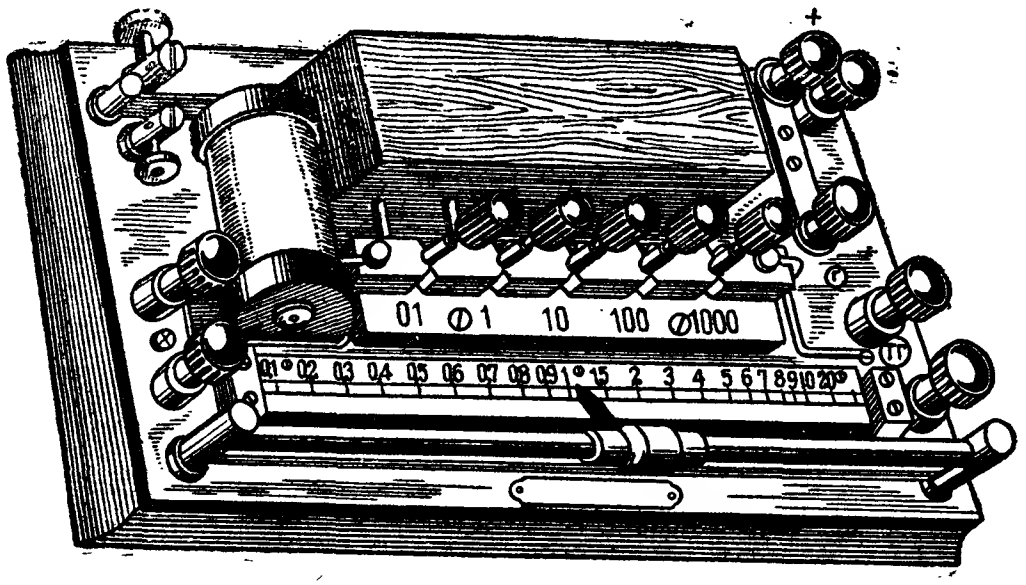


Рис. 105. Мост Кольрауша

Мост Кольрауша представляет собой собственно мост Уитстона для измерений переменным током. В качестве источника переменного тока служит прерыватель (зуммер), включённый в одну диагональ моста. Во вторую диагональ включается телефон, по которому определяют равновесие моста. Балансные плечи *а* и *б* образует тонкая калиброванная проволочка с большим сопротивлением, по которой скользит подвижной контакт (движок). Реостат R составляет третье плечо моста. Он имеет пять катушек с сопротивлением в 0,1; 10; 100 и 1000 *ом*.

Шкала моста проградуирована так, что она показывает непосредственно отношение плеча *а* к плечу *б*, т. е. $\frac{a}{б}$.

Для подсчёта величины измеряемого сопротивления пользуются формулой

$$R_x = R\frac{a}{б}. \qquad (70)$$

Пример 7. Телефон даёт минимальную слышимость, когда движок стоит на цифре „1". В сравнительном плече включено сопротивление 10 *ом*. Определить R_x.

По формуле имеем:

$$R_x = R\frac{a}{б} = 10\frac{1}{1} = 10 \text{ ом}.$$

Меггер типа МПИ

Меггер типа МПИ представляет собой универсальный прибор, приспособленный как для измерения сопротивления изоляции проводов (больших сопротивлений), так и для измерения напряжений. Иногда этот прибор по старой терминологии называют индукторным испытателем изоляции. Общий вид прибора показан на рис. 106а, а на рис. 106б дана схема меггера.

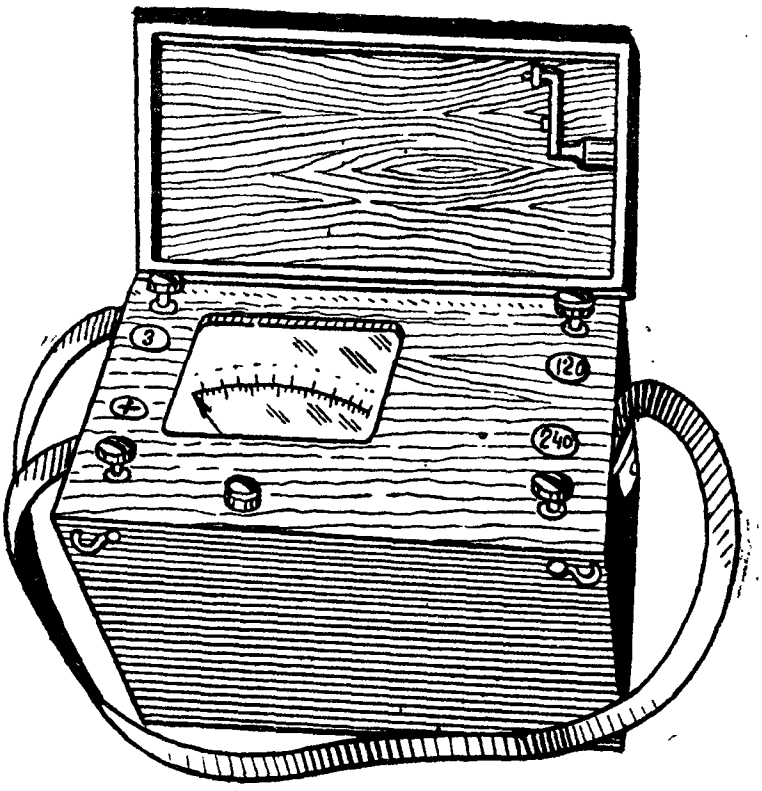


Рис. 106а. Меггер типа МПИ (общий вид)

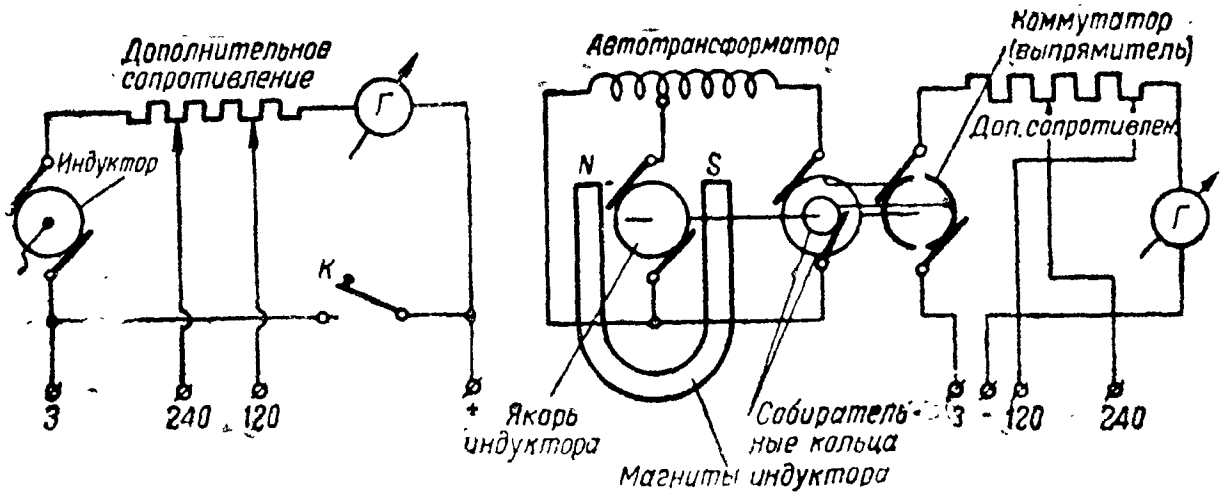


Рис. 106б. Схема меггера МПИ

Соответственно видам измерений прибор имеет две шкалы: верхнюю для измерения сопротивлений, отградуированную на омы (до 10 000 000 *ом*, или 10 *мгом*), и нижнюю для измерения напряжения, отградуированную на вольты (до 240 *в*).

Прибор сконструирован в деревянном ящике, приспособленном для переноски, что делает его пригодным к использованию в полевых условиях. Внутри прибора установлен индуктор, являющийся источником тока прибора, специальный коммутатор, выпрямляющий переменный ток индуктора, и обычного типа гальванометр.

Сверху на приборе укреплено четыре зажима для включения прибора, кнопки шунта и винт корректора гальванометра. Зажимы прибора обозначены: *З* — для присоединения земли или одного из проводов измеряемого сопротивления, «+» — для включения другого провода измеряемого сопротивления или плюса измеряемого источника, «120» — для включения минуса 120 *в* источника тока и «240» — для включения минуса 240 *в* источника тока.

Пользование меггером при измерении сопротивления изоляции. Включают проверяемый провод к зажиму «+», а провод от земли присоединяют к зажиму *З*. Нажимают кнопку шунта и вращают ручку индуктора с такой скоростью, чтобы стрелка прибора установилась на нуле шкалы. После этого отпускают кнопку шунта и, продолжая вращать ручку индуктора с первоначальной скоростью, отсчитывают показания по верхней шкале прибора.

При измерении изоляции проводов могут встретиться два случая: первый, когда изоляция испытывается между проводами (двухпроводная линия), и второй, когда изоляция испытывается между проводом и землёй (однопроводная линия).

В обоих случаях при испытании один конец линии изолируется. Схема измерения изоляции между двумя проводами дана на рис. 107а, а схема измерения изоляции между проводом и землёй — на рис. 107б.

Пользование прибором при измерении напряжения. Включают провода от измеряемого источника так: плюс источника к за-

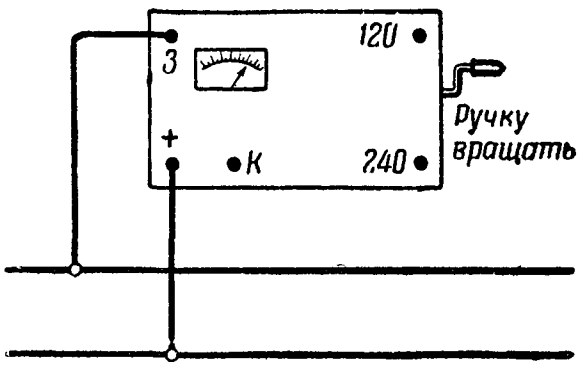


Рис. 107а. Схема включения меггера МПИ для измерения сопротивления изоляции между двумя проводами

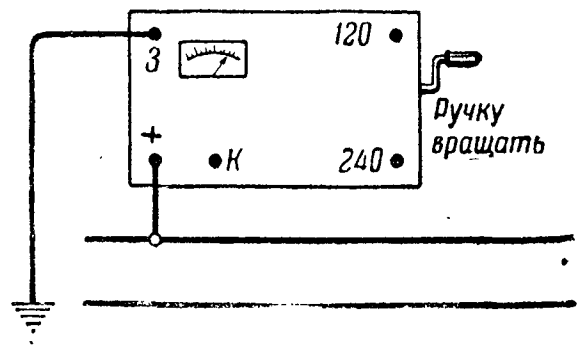


Рис. 107б. Схема включения меггера МПИ для измерения сопротивления изоляции между проводом и землей

жиму «+», а минус присоединяют или к зажиму «120» или к зажиму «240» (в зависимости от того, каково напряжение измеряемого источника). Включив провода, отсчитывают показания по

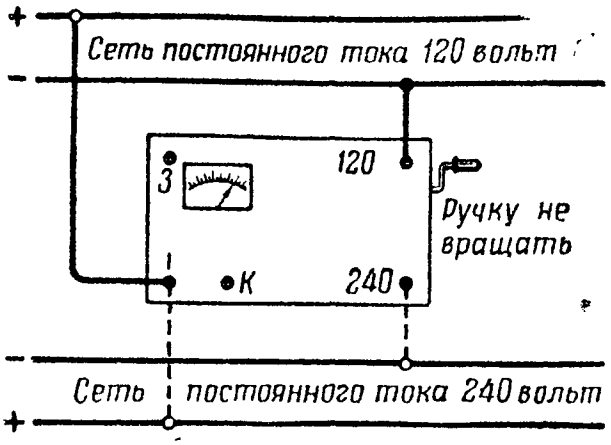


Рис. 107в. Схема включения меггера МПИ для измерения напряжения в сети

нижней шкале. Нужно иметь в виду, что вращать ручку индуктора при измерении напряжения нельзя.

При измерении напряжения меггер включают по схеме рис. 107в.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как делятся измерительные приборы по системам? Перечислите системы измерительных приборов.
2. Как называют приборы, измеряющие силу тока? Как их надо включать в цепь?
3. Как называют приборы, измеряющие напряжение? Как их включают в цепь?
4. Как называют приборы, измеряющие сопротивления?
5. Перечислите достоинства и недостатки приборов магнитоэлектрической системы.
6. Почему приборами магнитоэлектрической системы нельзя измерять переменный ток?
7. Перечислите достоинства и недостатки приборов электромагнитной системы.
8. Перечислите достоинства и недостатки приборов тепловой системы.
9. Для каких целей служит омметр?
10. Поясните, как омметр подготавливается к действию при измерении по шкале «сотни». Какое надо брать для этого случая напряжение?
11. В чём состоит отличие измерений по шкале «тысячи» от измерений по шкале «сотни»?
12. Как надо измерять сопротивление изоляции омметром? Какая шкала в этом случае используется?
13. Что такое мост Уитстона и для каких целей он служит?
14. Как измерить изоляцию одного провода испытателем изоляции?
15. Как измерить изоляцию проводов испытателем изоляции между двумя проводами?
16. Как измерить напряжение испытателем изоляции?

Нет стр. 109-110

Отрицательные стороны кода Морзе. Неэкономичность (большая затрата времени на передачу знака); легко осуществим перехват передачи, что связано с необходимостью шифрования всех телеграмм военного значения (последнее качество кода Морзе имеет большое значение для военной связи); создание буквопечатающих аппаратов, работающих по коду Морзе, хотя и возможно, но аппарат получается очень сложный.

Пятизначный код

В пятизначном коде (рис. 108 б) комбинации каждого знака (буквы, цифры и т. д.) составлены из пяти посылок тока, одинаковых по времени, но разных по направлению («+» и «—») или по значению («+» и нуль или «—» и нуль).

Возможности пятизначного кода таковы, что из пяти посылок тока двух различных значений можно создать 32 комбинации, а для всех знаков русского алфавита требуется примерно 50 различных комбинаций (30 букв + 10 цифр + 10 знаков препинания). Учитывая это, буквопечатающие аппараты пятизначного кода конструируются так, чтобы от одной комбинации печаталось два знака (например, буква *А* и цифра *1* и т. п.).

В связи с этим во всех аппаратах пятизначного кода (СТ-35, Бодо) в приёмнике имеется специальный механизм для перехода с букв на цифры, и наоборот.

Пятизначный код, как наиболее экономный по времени, затрачиваемому на передачу одной буквы или цифры, принят сейчас во всех буквопечатающих аппаратах. Правда, затрата в пять посылок (импульсов) тока на один знак является величиной чисто

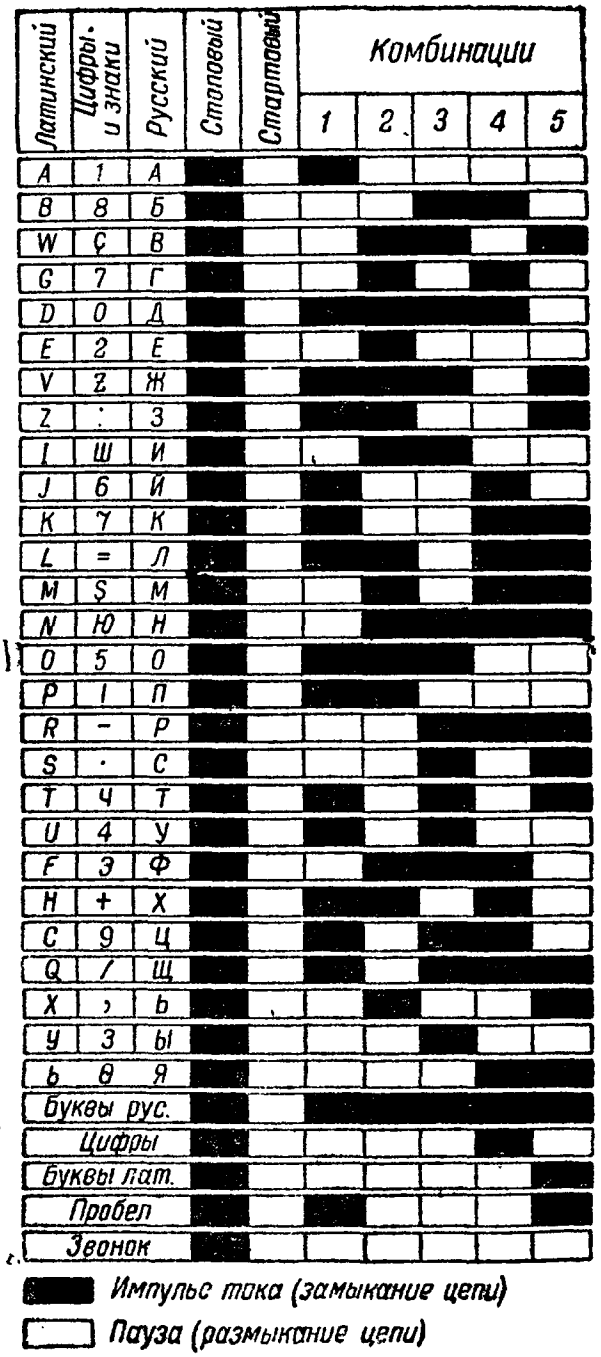


Рис. 103б. Пятизначный телеграфный код СТ-35

теоретической; фактически на каждый знак расходуется примерно 6—7,5 импульса. Это увеличение обусловливается необходимостью в посылке специальных служебных комбинаций (комбинация для перехода с букв на цифры, и наоборот, комбинации перебоя, пробела и др.). Всё же и при этом условии пятизначный код экономичнее кода Морзе примерно на 35%. Буквопечатающие приёмники для пятизначного кода менее сложны по конструкции, чем для кода Морзе. Пятизначный код положен в основу устройства телеграфного аппарата СТ-35.

§ 36. КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕЛЕГРАФНЫХ АППАРАТОВ

Любой телеграфный аппарат имеет: передатчик, приёмник и служебные приборы, конструкция которых, конечно, не может быть одинаковой, так как рабочие процессы передачи и приёма в аппаратах разных систем различны. Однако эти приборы, независимо от их конструкции, выполняют в аппарате определённые и характерные для них задачи.

Так например, все передатчики, независимо от их конструкции, только передают знак, а приёмники только принимают и записывают или отпечатывают знак. Таким образом, по характерным признакам, типичным для тех или иных приборов, можно судить о свойствах и конструктивных особенностях аппарата в целом.

Ниже приводятся краткие характерные особенности современных телеграфных аппаратов, знание которых облегчает задачу изучения того или иного аппарата.

Кодовые отличия

Все телеграфные аппараты отличаются по коду, положенному в основу устройства того или иного аппарата. Современные телеграфные аппараты, описанные в этом учебнике, построены на следующих кодах:

— аппараты кода Морзе;

— аппараты пятизначного кода.

Аппараты кода Морзе. На этом коде построены аппараты Морзе. Аппараты Морзе характерны тем, что их механизмы выполняют довольно простые функции (продвижение ленты, вращение пишущего колёсика). Эти механизмы могут вращаться с разными скоростями (асинхронно). Буквы и цифры на приёмнике этих аппаратов записываются условными знаками (точками и тире).

Аппараты пятизначного кода. На этом коде построены стартстопные аппараты СТ-35, аппараты Бодо и ряд других буквопечатающих систем. Эти аппараты характерны тем, что их механизмы выполняют относительно сложные функции, связанные с процессами передачи, приёма и отпечатывания знака. Механизмы таких аппаратов обязательно должны вращаться всегда с одинаковым числом оборотов (синхронно) и начало их движения

должно производиться одновременно без фазового сдвига (синфазное движение). Стартстопные аппараты имеют дополнительные приспособления для одновременного пуска в ход передатчика и приёмника. Все современные аппараты пятизначного кода имеют специальные устройства для перехода с букв на цифры, и наоборот, что не требуется в аппаратах кода Морзе. Как правило, все аппараты пятизначного кода записывают знаки буквами алфавита.

Отличие по кратности

Все современные телеграфные аппараты делятся на аппараты однократные и многократные. К однократным аппаратам относятся аппарат Морзе и стартстопный аппарат СТ-35. Однократные аппараты характерны тем, что они имеют только один передатчик и только один приёмник.

К многократным аппаратам относятся аппараты Бодо всех типов. Многократные аппараты характерны тем, что они имеют несколько передатчиков и несколько приёмников и, кроме того, специальный вращающийся распределитель для поочерёдного последовательного соединения передатчиков и приёмников с линией за время одного оборота распределителя.

Отличия по передаче

По передаче телеграфные аппараты делятся на аппараты ручной передачи и аппараты автоматической передачи.

К аппаратам ручной передачи относятся аппараты Морзе и СТ-35. Передача знака на таких аппаратах осуществляется телеграфистом вручную, который тем или иным путём воздействует на передатчик аппарата.

Аппараты Бодо относятся к аппаратам ручной передачи, но они смогут работать и автоматически. На связях с небольшим обменом обычно применяют ручные однократные аппараты, на связях же с большим обменом выгоднее применять ручные многократные аппараты или автоматические.

На автоматических аппаратах передачу знаков производит автоматический передатчик (трансмиттер) без участия телеграфиста. Передача осуществляется путём пропуска через передатчик заранее заготовленной (перфорированной) ленты с набитым на ней текстом телеграммы. Скорость передачи на автоматических аппаратах, вообще говоря, ограничивается только электромеханическими свойствами аппарата и электрическими данными линии связи и не зависит от телеграфиста.

Существенным недостатком однократных автоматических систем является: сильный износ механизмов, относительно частые поломки в связи с работой на высокой скорости, полное прекращение связи при повреждении какого-либо прибора (передатчика или приёмника), сложная организация обслуживания (для заготовления перфорированной ленты на один аппарат работает несколько человек), замедление исправления искажений на принимающей станции.

Отличия по приёму

По приёму современные телеграфные аппараты делятся на аппараты условной записи и аппараты буквопечатающие.

К аппаратам условной записи относятся все аппараты, построенные на коде Морзе. Запись у этих аппаратов производится условными знаками кода (точками и тире) и, следовательно, текст принятой телеграммы надо обязательно переписывать, что является крупным недостатком этих аппаратов.

К буквопечатающим аппаратам относятся стартстопные аппараты СТ-35 и все остальные аппараты пятизначного кода. У этих аппаратов знаки записываются отпечатыванием на ленте букв алфавита, цифр и знаков препинания и, следовательно, отпадает надобность в переписывании принятой телеграммы.

Отличия по способу печатания знаков

По способу печатания знаков все аппараты делятся на аппараты, печатающие знак от типового колеса, и аппараты, печатающие знак от типового рычага. Первые называют аппаратами с типовым колесом.

Аппараты с типовым колесом характерны тем, что знак печатается на ходу, во время вращения типового колеса. При печатании знака лента должна продвигаться с такой же скоростью, с какой вращается и типовое колесо, иначе знаки будут размазываться.

Рычажные аппараты — аппарат СТ-35 и некоторые другие стартстопные аппараты. Особенностью этих аппаратов является то, что знак печатается на неподвижной ленте. Достоинством рычажных аппаратов является чистота шрифта и более высокая скорость телеграфирования, чем у аппаратов с типовым колесом.

Отличия по записи знаков

По записи знаков все телеграфные аппараты делятся на аппараты ленточные и аппараты страничные или рулонные.

Ленточные аппараты — это почти все современные телеграфные аппараты, за исключением некоторых типов, имеющих специальное назначение. Ленточными аппараты называют потому, что у них знаки записываются или печатаются на специальной телеграфной ленте.

Рулонные аппараты — аппараты, у которых знаки печатаются на обычной бумаге, как на пишущей машинке. Рулонными эти аппараты называют потому, что запас бумаги в аппарате имеет вид рулона; страничными их называют потому, что текст телеграмм печатается на странице бумаги.

Ленточные аппараты имеют перед рулонными то преимущество, что при работе на них легче исправить ошибку или искажение (достаточно вырвать кусок ленты с искажённым словом или заклеить

это место словом, принятым правильно). В рулонных аппаратах исправить ошибку труднее. Кроме того, в рулонных аппаратах необходимо иметь лишние комбинации для управления кареткой с бумагой при переводе её с одной строки на другую, чего не требуется в ленточных аппаратах.

§ 37. ПОНЯТИЕ О СКОРОСТИ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТЕЛЕГРАФНЫХ АППАРАТОВ

Скорость телеграфирования определяется числом самых коротких (элементарных) посылок тока, передаваемых за время одной секунды. За единицу скорости телеграфирования принят «бод».

Если в течение секунды передаётся, скажем, 40 элементарных посылок (точек), скорость телеграфирования будет равна 40 бод.

Пропускная способность телеграфной связи определяется числом слов, обработанных на данной связи в течение одного часа. Поскольку слова содержат разное число букв и передаются разным количеством знаков, то для определения пропускной способности аппарата необходимо взять какое-то среднее слово; таким словом принято считать слово Paris (Париж), передаваемое латинским алфавитом. Необходимо различать теоретическую пропускную способность от практической. Теоретическая пропускная способность учитывает все знаки, переданные за небольшой промежуток времени (скажем за 1 минуту), тогда как практическая пропускная способность учитывает лишь полезную передачу, не учитывая некоторые потери, связанные со справками, служебными запросами, повторениями, выдачей квитанций или нарушениями связи. Вообще практическая производительность характеризует фактический обмен на данной связи. Для большинства современных телеграфных аппаратов обмен ниже теоретической производительности, или пропускной способности, примерно на 50%.

Из двух телеграфных аппаратов, имеющих одинаковую производительность, но разную скорость телеграфирования, лучшим будет тот, у которого меньше скорость телеграфирования, так как длина элементарной посылки его будет больше и, следовательно, он будет работать устойчивее.

§ 38. ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА И ДЕЙСТВИЯ ТЕЛЕГРАФНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТА

Существенной частью каждого современного телеграфного аппарата является электромагнит, без которого немыслимо устройство телеграфных аппаратов. Рассмотрим принцип устройства и действия простого электромагнита.

На двух сердечниках *1* (рис. 109а), сделанных из мягкого железа, намотана обмотка *2* из медной изолированной проволоки. Над полюсными надставками сердечников находится железный брусок *3*, называемый якорем. В спокойном положении, т. е. при

отсутствии тока в обмотках электромагнита, якорь оттягивается кверху жёстко закреплённой спиральной пружиной *5*. Если замкнуть ключ *К*, то по обмотке электромагнита пройдёт ток от плюса батареи *Е*, через все витки обмотки и к минусу в направлении, указанном стрелками. Под влиянием проходящего тока сердечники электромагнита намагнитятся и притянут к себе якорь. Якорь, преодолевая натяжение пружины, перемещается вниз, к полюсным надставкам сердечников, и остаётся в притянутом положении до тех пор, пока по обмотке электромагнита проходит ток. При размыкании ключа *К* ток прекращается, сердечники размагничиваются и якорь силой натяжения пружины *5* отбрасывается кверху до упора в винты *6*. Таким образом, замыканием и размыканием ключа *К* можно управлять движением якоря, заставляя его перемещаться вверх или вниз.

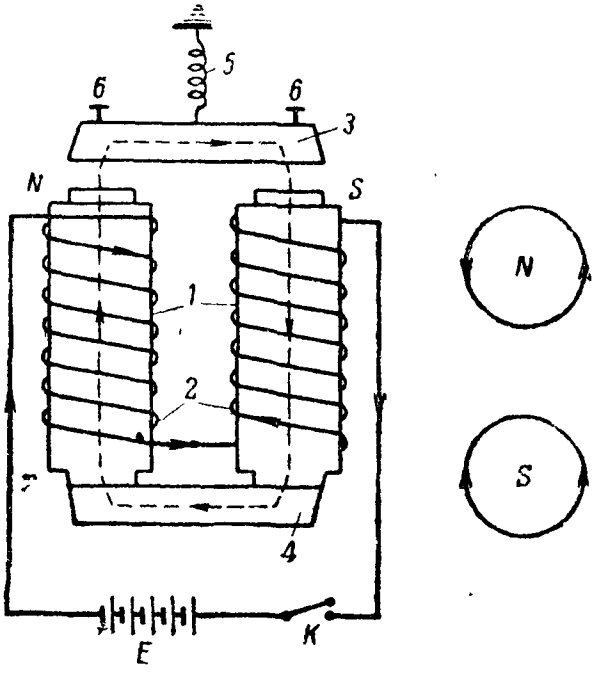


Рис. 109а. Принцип устройства простого телеграфного электромагнита:
1 — сердечник; *2* — обмотка; *3* — якорь; *4* — ярмо; *5* — пружина; *6* — винты

Железное ярмо *4*, на котором укреплены сердечники, служит для создания замкнутой цепи.

Пунктирной линией показан путь магнитного потока, а стрелками показано его направление. Чтобы определить направление магнитного потока, можно воспользоваться правилом правой руки. Положим правую руку на один из сердечников так, чтобы четыре пальца совпадали с направлением тока, тогда отогнутый большой палец покажет направление магнитного потока. Можно также пользоваться правилом буравчика: если вращать рукоятку буравчика по направлению тока, протекающего по обмоткам, то при этом поступательное движение буравчика покажет направление магнитного потока, определяющего магнитную полярность. Как известно, магнитный поток в воздушном промежутке идёт от северного полюса к южному, а в железе от южного к северному.

При помощи разобранного выше электромагнита можно осуществить телеграфную связь. Если ключ *К* отнести на некоторое расстояние от электромагнита и манипулировать им, т. е. замыкать и размыкать электрическую цепь, то якорь электромагнита будет или притягиваться или отходить от сердечника в такт работе ключа. Если якорь электромагнита механически связать с записывающим устройством, то последнее будет записывать знаки со-

ответственно замыканию и размыканию цепи. Следовательно, можно передавать определённую условную азбуку по проводам при помощи электрического тока из одного пункта в другой.

На только что разобранном принципе построены простые, или неполяризованные, электромагниты и реле (электромагнит Морзе, реле Шорина).

Реле, собственно, тоже электромагнит, но его якорь не выполняет механической работы — он только замыкает и размыкает местную цепь аппарата, т. е. управляет ею, в точности воспроизводя сигналы, поступающие в обмотки реле с ключа соседней станции. Применение реле улучшает условия работы телеграфных аппаратов.

Примером простого телеграфного реле может служить неполяризованное реле Шорина, схематическое устройство которого показано на рис. 109б.

Реле имеет одну катушку *1* с обмоткой в 4 000 витков. Обмотка сделана из медной проволоки диаметром $d = 0{,}12$ *мм* с эмалевой изоляцией, сопротивлением $R = 350$ *ом*, индуктивностью $L = 3{,}5$—4 *г*; необходимая для работы этого реле нормальная сила тока $I = 15$ *ма*. Межконтактное расстояние обычно устанавливается 0,2 *мм*. Катушка надета на круглый сердечник из мягкого отожжённого железа, который ввинчен в угольник *2*. На конце угольника укреплена ось тонкого пластинчатого якоря *3*, на конце которого имеется перо *6* (язычок), переходящее во время работы реле от одного контакта *7* к другому. На якорь *3* действует спиральная пружина *4*, натяжение которой регулируется винтом *5*.

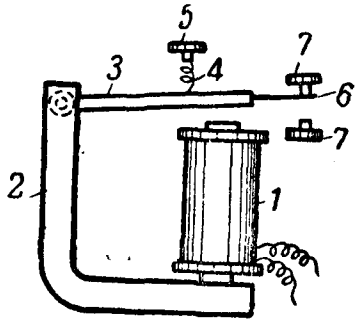


Рис. 109б. Схема устройства телеграфного реле Шорина:

1 — катушка; *2* — угольник; *3* — якорь; *4* — пружина; *5* — винт; *6* — перо; *7* — контакты

Таково устройство неполяризованного реле Шорина. Неполяризованное реле, так же как и неполяризованный электромагнит, работает независимо от направления тока, так как при перемене направления тока магнитная полярность сердечника хотя и меняется, но на притяжение якоря это не влияет вследствие того, что якорь сделан из обыкновенного куска железа и притягивается с одинаковой силой как к северному, так и к южному полюсу магнита.

Неполяризованные электромагниты и реле пригодны только для таких схем, где телеграфирование происходит токами одного направления. Для работы токами двух направлений неполяризованное реле непригодно, так как его якорь будет находиться всё время у одного и того же контакта — независимо от приходящих с линии посылок тока.

В телеграфии получили широкое распространение так называемые поляризованные реле, имеющие ряд преимуществ перед неполяризованными.

§ 39. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПОЛЯРИЗОВАННОГО РЕЛЕ

Устройство и принцип действия поляризованного реле показаны на рис. 110. Сердечники реле *Э* соприкасаются с подковообразным постоянным магнитом *М* и получают от него постоянную магнитную полярность: левый сердечник — южную S, а правый — северную N. Если по обмоткам электромагнита ток не проходит, то якорь, вращающийся на оси, должен находиться в горизонтальном положении, а его язычок — посредине между двумя контактами. Однако такое положение якоря весьма неустойчиво и практически неосуществимо.

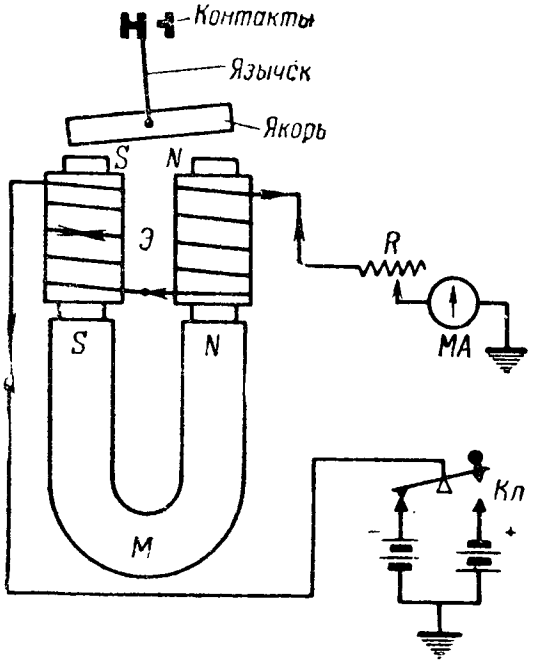


Рис. 110. Принцип устройства поляризованного реле

При малейшем сотрясении якорь одним из своих концов приблизится к соответствующей полюсной надставке, равновесие магнитной системы нарушится, язычок перейдёт к одному из контактов и останется у этого контакта до тех пор, пока какая-либо сила не перебросит его к другому контакту.

Рассмотрим, как будет отзываться поляризованное реле на работу ключа, к контактам которого подведены две батареи: к заднему контакту минусовая, а к переднему — плюсовая. Другие полюсы этих батарей заземлены. Реостат, включённый в цепь последовательно с обмоткой реле и миллиамперметром, служит для регулировки силы тока в цепи реле. Миллиамперметр, имеющий шкалу с нулём посредине, показывает силу и направление тока в цепи.

При спокойном положении ключа *Кл* замкнуты его задние контакты и ток течёт в направлении, указанном на рис. 110 стрелками.

Применяя известное уже нам правило буравчика или правило правой руки, определим, что проходящий ток приведёт к образованию одинаковых дополнительных магнитных полярностей сердечников катушек реле, в данном случае южных (S). Эти добавочные магнитные полярности, образованные током, будут взаимодействовать с магнитными полярностями, созданными постоянным магнитом, причём одноимённые полярности будут увеличивать силу притяжения сердечника, а разноимённые ослаблять её. В разбираемом случае полярность левого сердечника усилится, а правого ослабится, в результате чего якорь реле прижмётся к левому контакту, как показано на рис. 110.

Если замкнуть передние контакты ключа, то по обмотке электромагнита пойдёт ток, но уже от плюсовой батареи, т. е. в обратном направлении (на рис. 110 это показано стрелками), который создаст в полюсных надставках северные дополнительные магнитные полярности. В этом случае сила притяжения левого сердечника ослабится, а правого усилится, и якорь реле перейдёт к правому контакту.

Следовательно, поляризованное реле пригодно для работы токами двух направлений, так как в зависимости от направления тока оно перебрасывает свой якорь или к правому или к левому контакту.

§ 40. УСТРОЙСТВО И СХЕМА РЕЛЕ ПРИССА

Устройство реле Присса

Поляризованное реле Присса применяется на дуплексных комплектах Бодо, принятых на снабжение частей связи Советской Армии. Реле Присса состоит из:

— электромагнитной системы;
— контактной системы;
— регулировочного приспособления;
— цоколя с монтировочными деталями;
— колпака реле;
— схемы реле.

Электромагнитная система (рис. 111) имеет две катушки *1* и *2* с сердечниками, один подковообразный постоянный магнит *3* и два железных якоря *4* и *5*, сидящих на оси из диамагнитного материала.

Катушка *1* имеет каркас, внутри которого находится сердечник. На каркас катушки намотано две, три или четыре обмотки, поверх которых наложена защитная рубашка из гранитоля. Катушки крепятся между верхним и нижним плато *8* и *9* винтами, ввёрнутыми в сердечники катушек. Выводные концы *10* от обмоток катушек пропускаются через эбонитовую втулку, вставленную в плато *9*, и подключаются к контактным пружинам *11*.

Сердечники делаются из лучших сортов мягкого железа. Каждый сердечник имеет по две полюсные надставки (вверху и внизу), между которыми расположены якори *4* и *5*.

Подковообразный постоянный магнит *3* согнут так, что он своими полюсами *12* и *13* располагается напротив якорей *4* и *5*. Нормально расстояние между полюсами магнита и якорями равно от 0,3 до 0,5 *мм*. Магнит *3* крепится посредине винтом *14* и у полюсов винтами *15* и *16*, ввёрнутыми в колонки *17* и *18*. Колонки крепятся к плато *8* и *9* винтами *19*. Винт *14* ввёрнут в латунную колонку *20*, которая является третьей точкой опоры для плато *8* и *9*.

Якори *4* и *5* сделаны из лучших сортов мягкого железа. Они крепятся на своей оси *6* чеками *21*. Оба якоря располагаются между полюсными надставками сердечников катушек *1* и *2*.

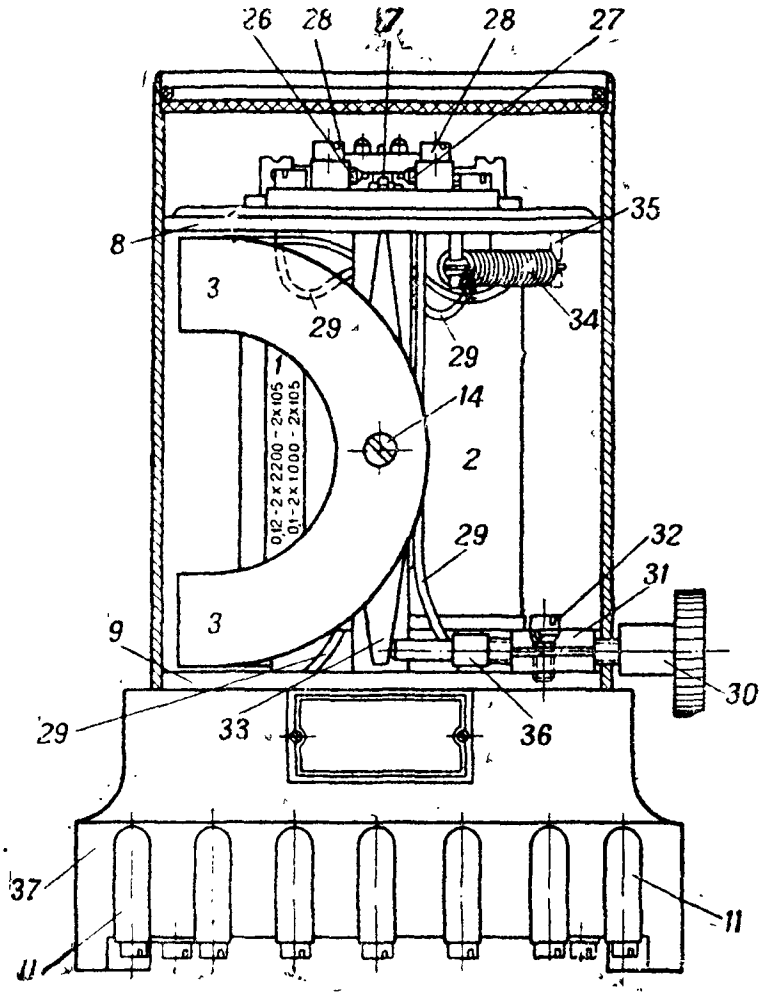


Рис. 111а. Поляризованное реле Присса (вид спереди):

1 и *2* — катушки реле; *3* — постоянный магнит; *7* — язычок реле; *8* и *9* — верхние и нижнее плато; *11* — пружины; *14* — винт; *26* и *27* — контактные винты; *28* — стопорные винты; *29* — проводники; *30* — регулировочный винт; *31* — пластинка; *32* — стопорный винт; *33* — рычаг; *34* — пружина; *35* — штифт; *36* — регулировочная гайка; *37* — цоколь

Ось *6* якорей изготовляется из алюминия. Шейки оси стальные. Нижняя шейка вращается в подпятнике *22*, прикреплённом к плато *9*, а верхняя — в подшипнике *23*, укреплённом винтами в скобе верхнего плато. В центре оси *6* имеется винт *24* для присоединения монтажного проводника *25*.

Язычок реле *7* сделан из латуни и наглухо скреплён с осью *6*. На конце язычка *7* находится платиновая или серебряная напайка (контакт). Контакт расположен напротив контактных винтов *26* и *27*.

Контактная система реле имеет два контактных винта *26* и *27*, закреплённых в латунных брусках. Винты *26* и *27* зажимаются в своих местах стопорными винтами *28*. Бруски закрепляются винтами на эбонитовом плато, которое в свою очередь прикреплено винтами к подвижной каретке. Таким образом, винты *26* и *27* каждый в отдельности можно регулировать путём ввёртыва-

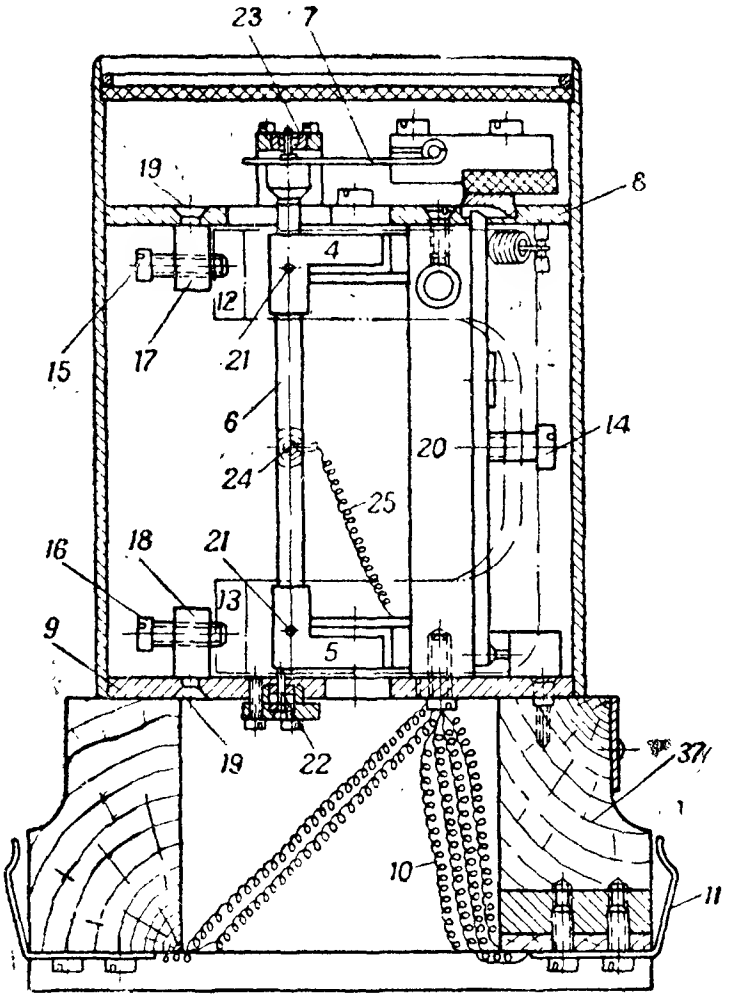


Рис. 111б. Поляризованное реле Присса (вид сбоку):

4 и *5* — якори; *6* — ось якорей; *7* — язычок реле; *8* и *9* — верхнее и нижнее плато; *10* — выводные концы; *11* — пружины; *12* и *13* — полюсы магнита; *14*, *15* и *16* — винты; *17* и *18* — колонки; *19* — винты; *20* — колонка; *21* — чеки; *22* — подпятник; *23* — подшипник; *24* — винт; *25* — проводник; *37* — цоколь

ния и вывёртывания в брусках и, кроме того, всю контактную систему целиком можно сместить в ту или другую сторону относительно язычка *7* или в сторону винта *26* или в сторону винта *27*. Между винтами *26* и *27* помещается серебряная напайка язычка *7*, укреплённого на оси *6*, поверх плато *8*. К винтам *26* и *27* посредством проводов *29* подаётся плюс и минус батареи.

Регулировочное приспособление имеет регулировочный винт *30* с головкой и микрометрической нарезкой. Этот винт ввёртывается в пластинку *31*, закреплённую на плато *9*. Один конец пластинки *31* разрезан и в навинтованное отверстие пластинки ввёрнут стопорный винт *32*, который застопоривает винт *30*, не давая ему возможности смещаться произвольно, что нарушило бы регулировку реле. Винт *30* своим концом упирается в плечо подвижного рычага *33*, который вторым своим плечом, упираясь в прилив, водит подвижную каретку. Чтобы подвижная

каретка могла следовать за рычагом *33*, в неё ввёрнут штифт, за который зацеплена одним концом пружина *34*. Второй конец пружины *34* зацеплен за штифт *35*, укреплённый в плато *8*. Таким образом, то или иное растяжение пружины *34*, обусловленное ввёртыванием или вывёртыванием винта *30*, обеспечивает следование каретки вслед за оборотами винта, чем и обеспечивается регулировка реле. Вывёртывание винта *30* можно ограничить регулировочной гайкой *36*.

Цоколь *37* с монтировочными деталями сделан из сухого дерева твёрдой породы. Сверху на цоколе смонтированы части реле, а снизу в цоколь запрессовано одиннадцать латунных колонок, к которым прикреплены винтами контактные пружины, выходящие спереди и сзади цоколя. Под крепительные винты пружин *11* подключены выводные концы обмоток катушек *1* и *2* и концы от якоря и контактных винтов. При установке реле в своё гнездо пружины *11* образуют контакт с колонками гнезда, к которым подведены проводники от монтажной схемы аппарата, и, таким образом, реле быстро включается в схему, что очень важно при замене реле.

Колпак реле латунный со стеклом вверху для наблюдения за реле. Колпак предохраняет детали и части реле от загрязнения и пыли. В колпаке сделана прорезь, через которую винт *30* выходит наружу, и таким образом реле можно регулировать при надетом колпаке.

Схема реле Присса дана на рис. 112, на котором показаны как обмотки катушек, так и обозначения пружин. Прохождение тока по обмоткам настолько ясно из схемы, что не требует специального пояснения. На рис. 113 дана схема соединения обмоток четырёхобмоточного реле Присса. Обмотки *I* и *II* считаются

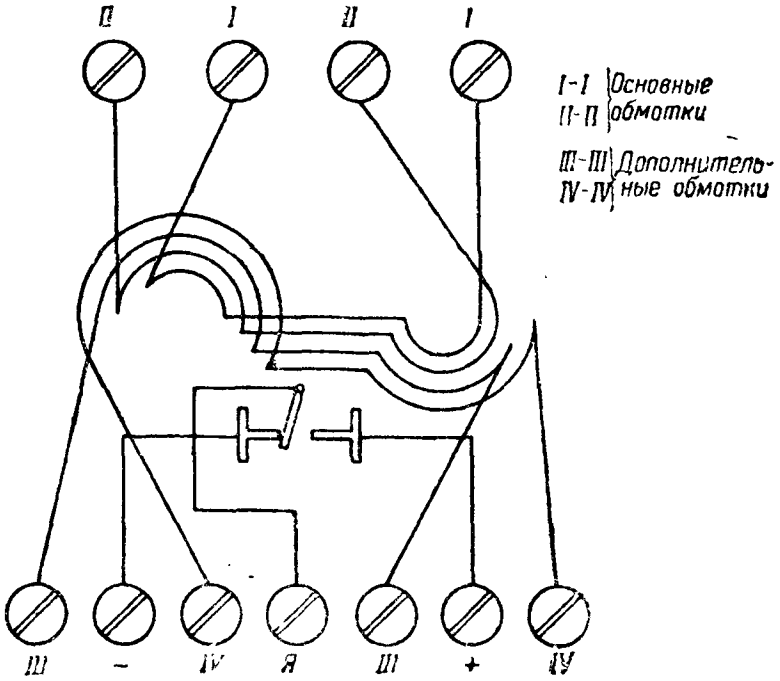


Рис. 112. Принципиальная схема реле Присса

основными, а *III* и *IV* дополнительными. Схема реле Присса с двумя обмотками показана на рис. 48.

Рассмотрим работу реле по схеме рис. 113. Когда по обмоткам катушек $Э_1$ и $Э_2$ ток не проходит, якори с полярностями N' и S' теоретически должны занимать среднее (нейтральное) положение между надставками сердечников катушек $Э_1$ и $Э_2$. В действительности же якори всегда будут находиться у полюсных надставок сердечников какой-либо катушки.

Если теперь пропустить ток по обмотке *I* в направлении, отмеченном на рис. 113 стрелками, то сердечники катушек намагнитятся, и их надставки будут иметь полярность, обозначенную на надставках на схеме. В этом случае якори будут притянуты к надставкам N_1 и S_1. К надставкам N_2 и S_2 якори не только не притянутся, но, наоборот, будут отталкиваться, так как полярность надставок одноимённа с полярностями якорей. В этот момент замкнут контакт *1*, и по цепи будет проходить ток от минусовой батареи на контакт *1*, ось якоря и зажим *Я*.

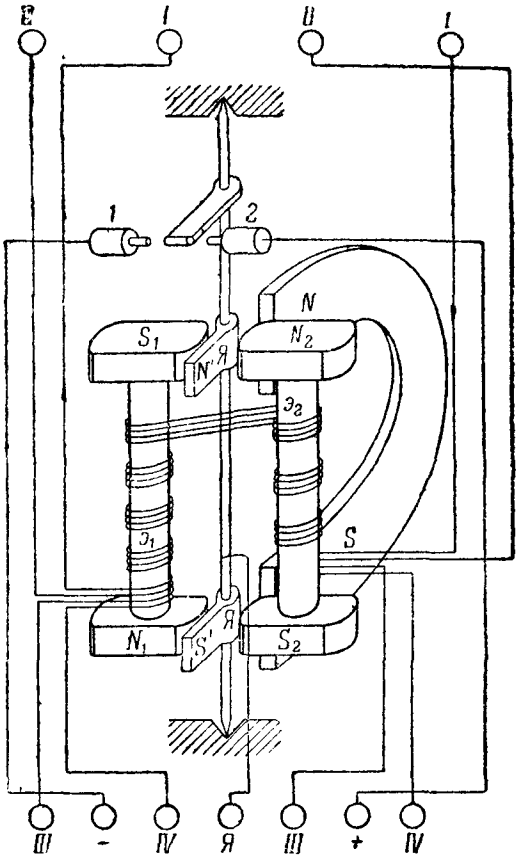


Рис. 113. Схема реле Присса с четырмя обмотками:
1 и *2* — контакты; *Я* — якори

Если изменить направление тока в катушках, изменится и полярность надставок обоих сердечников, т. е. теперь якори реле притянутся к надставкам правого сердечника, замкнут контакт *2*, и по цепи будет проходить ток от плюсовой батареи от зажима «+» на контакт *2*, ось якоря, зажим *Я*. Из сказанного следует, что в зависимости от направления тока в катушках реле последнее замыкает цепь (допустим, местную или какую-либо другую) то на плюс, то на минус батареи. Такова сущность работы реле Присса.

Регулировка реле Присса

Регулировка реле Присса складывается из повседневной и периодической.

Повседневная регулировка. Повседневная регулировка производится обычно во время общей чистки телеграфного аппарата. Однако дежурный техник, обслуживающий аппарат, должен всегда иметь 1—2 реле в запасе заранее отрегулированными.

При повседневной регулировке надо:

— очистить контакты от нагара и отшлифовать плоскости контактов;

— очистить цапфы оси якоря;

— проверить зазоры между контактами;

— отрегулировать реле «нейтрально»;

— отрегулировать реле «с преобладанием».

Чистка контактов производится наждачной бумагой № 0000, а шлифовка контактных плоскостей — на стальной полированной пластинке. Для чистки контактов полезно сделать специальную колодку с отверстиями по размерам винтов и форме якорной оси с язычком. Эта колодка обеспечит быстроту чистки и правильность шлифовки контактных поверхностей. Наждачную бумагу для удобства работы надо заранее наклеить на деревянную линейку.

Чтобы очистить контакты контактных винтов, надо их вывернуть из брусков, вставить в гнездо колодки и чистить бумагой № 0000, пока плоскость не станет чистой, без выбоин и раковин. После этого полируют плоскость контакта на стальной пластинке, чтобы она не имела скосов и бугорков. Контакты язычка реле чистят так же, как и контактные винты (якорь надо вынуть из подшипников).

Чистка цапф оси якоря производится стальной полированной пластинкой. Если на них есть налёт, то его надо удалить наждачной бумагой № 0000, после чего отполировать цапфы стальной пластинкой. Как правило, цапфы не смазываются, но при работе реле на аппарате, установленном в блиндаже (вообще на местах с меняющейся температурой и влажностью), можно цапфы протереть тряпочкой, смоченной в костяном масле (тряпочку сильно выжать).

Зазор между контактами надо проверять щупом — калиброванной пластинкой. Зазоры между контактами (при работе реле на аппаратах Бодо) должны быть: у линейного реле—0,05 *мм*, у печатающего и коррекционного реле — 0,1 *мм*. Если окажется, что зазор мал или велик, надо отпустить стопорные винты и вывернуть или ввернуть контактные винты. После закрепления контактных винтов стопорными винтами обязательно проверить зазор.

Регулировка реле «нейтрально» устанавливается микрометрическим винтом так, чтобы пластина, в которую он ввёртывается, была точно посредине нарезки винта; при этом середина эбонитовой пластины подвижной каретки будет находиться напротив оси якоря. Установив таким образом каретку и микрометрический винт, проверяют зазор, затем перебрасывают язычок реле к одному и другому контакту средним пальцем (он более чувствителен). При переброске язычка он должен плотно прижиматься к контакту, и усилие на пальце при переброске должно быть одинаковым. Если наблюдается (по усилию), что реле имеет преобладание к какому-либо из контактов, поворачивают микрометрический винт в ту или иную сторону и снова проверяют

нейтральность. Так регулируют до тех пор, пока реле не будет установлено нейтрально.

Регулировка реле «с преобладанием» достигается поворачиванием каретки микрометрическим винтом. Так, при даче преобладания к левому винту каретку надо переместить вправо, при даче преобладания к правому винту каретку переместить влево. Преобладание проверяется так. Допустим, преобладание дано к левому контактному винту, тогда, отведя язычок пальцем к правому винту, отпускают его; язычок должен сам перейти опять к левому винту. В некоторых случаях «преобладание» реле дают для получения «нейтральности» тогда, когда наблюдается «преобладание», скажем, плюса линейной батареи над минусом или наоборот.

Периодическая регулировка. Периодическую регулировку реле производят или после ремонта или после разборки реле.

При периодической регулировке надо:

— проверить магнитную силу постоянного магнита;

— установить магнит и отрегулировать зазор между полюсами магнита и якорями;

— сцентрировать контактные винты.

Проверка магнитной силы постоянного магнита. Снятый магнит, приложенный к куску (или пластинке) железа, должен удерживаться не отрываясь. Чтобы предохранить магнит от падения, надо под магнитом держать ладонь руки. Если магнит не удерживается, отрывается от пластинки, его надо намагнитить в мастерской.

Чтобы установить магнит на место, надо пользоваться всеми тремя винтами. При этом полюсные винты должны быть в желобках на полюсах магнитов. Зазор между якорями и полюсами должен быть 0,3—0,5 *мм*. Не перетягивать магнит полюсными винтами, иначе можно сломать его; прежде чем ввернуть полюсные винты, надо отвернуть винт, крепящий магнит к латунной колонке по нейтральной линии.

Сцентрирование контактных винтов обычно делают в мастерской. Надо установить винты так, чтобы центры контактных винтов совпадали с центром контактной напайки язычка якоря. Обычно винты сцентрированы на заводе, но может быть, что они почему-либо будут сбиты, и тогда надо вновь найти правильное положение винтов, иначе при работе реле будет ненадёжный контакт.

§ 41. ПОНЯТИЕ О ТЕЛЕГРАФНОЙ ЦЕПИ

Для телеграфной связи необходимо иметь:

— передатчик;

— источник тока, питающий телеграфную цепь;

— линию, связывающую передатчик с приёмником другой станции;

— приёмник.

Перечисленные приборы и устройства составляют основные элементы телеграфной цепи. Назначение этих элементов следующее.

Передатчик, или передающая часть аппарата, служит для передачи электрических сигналов. В аппаратах разных систем передатчики имеют различное устройство.

Источник тока служит для питания всей телеграфной цепи. В качестве источников тока в телеграфии наибольшее применение имеют элементы и аккумуляторы. Напряжение источника тока и сила тока питания телеграфной цепи зависят как от системы аппаратов, так и от протяжённости и типа линии.

Линия связывает передатчик одной станции с приёмником другой станции. Она может быть как воздушной, так и кабельной. Протяжённость линии для установления прямой телеграфной связи между двумя пунктами (без трансляций) обычно не превышает 500—600 *км*.

Приёмник, или приёмная часть аппарата, служит для приёма и записи знаков. В аппаратах разных систем приёмники имеют различное устройство. Вообще же в любом телеграфном аппарате приёмник наиболее сложная по устройству часть, так как он выполняет сложные и ответственные функции при телеграфировании (приём электрических посылок, запись знаков и т. п.).

Кроме перечисленных выше основных элементов, в телеграфную цепь входит ещё ряд дополнительных приборов и устройств, которые облегчают эксплоатацию телеграфной цепи в целом (коммутаторы, защитные приспособления и др.). На рис. 114 показана принципиальная схема телеграфной цепи с дополнительными приборами. На схеме (рис. 114) на каждой станции показаны передатчик (ключ) и приёмник. Допустим, на станции *А* есть только передатчик, а на станции *Ь* только приёмник; телеграфировать в этом случае можно только со станции *А* на станцию *Б*, обратной передачи не будет. В действительности всегда необходимо как передать, так и принять телеграмму, поэтому каждый телеграфный аппарат имеет и передатчик и приёмник.

Телеграфирование по схеме рис. 114 осуществляется путём замыкания и размыкания цепи ключом. При передаче со станции *А* на станцию *Б* сработает электромагнит приёмника и запишет переданный знак. На рис. 114 путь тока в цепи показан пунктирной линией. Продолжительность замыкания, конечно, будет зависеть от кода, принятого для данного аппарата, системы самого аппарата и скорости телеграфирования.

Телеграфирование может быть однополюсным, как это показано на схеме рис. 114, и двухполюсным (рис. 115). При однополюсном телеграфировании в промежутках между рабочими посылками цепь разомкнута, при двухполюсном — между рабочими посылками посылается импульс тока противоположного знака.

Телеграфирование двумя полюсами («+» и «—») в настоящее время применяется как основной способ, особенно на линиях большого протяжения.

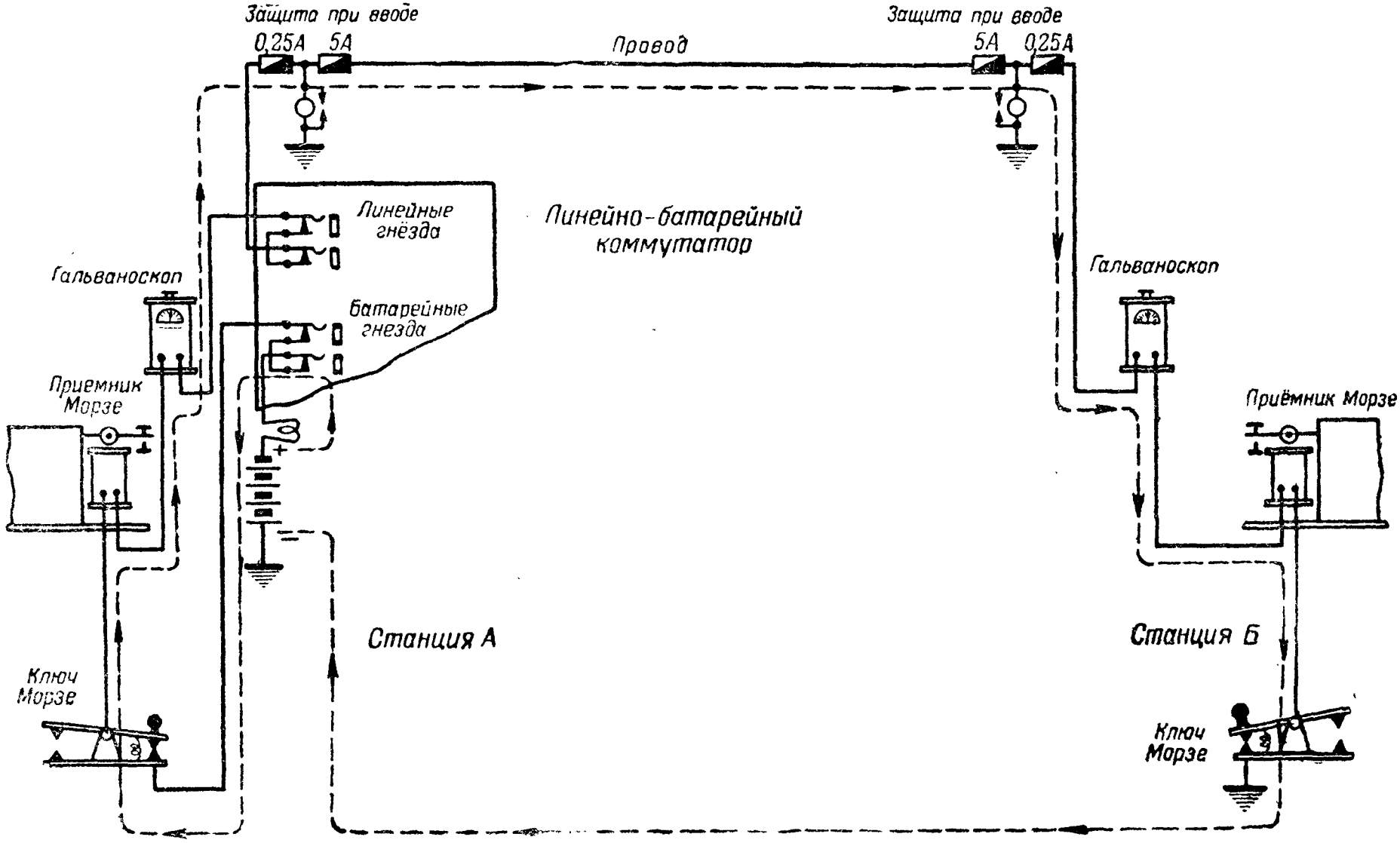


Рис. 114. Принципиальная схема телеграфной цепи

В заключение отметим, что телеграфная цепь может быть разделена на цепь местную и линейную.

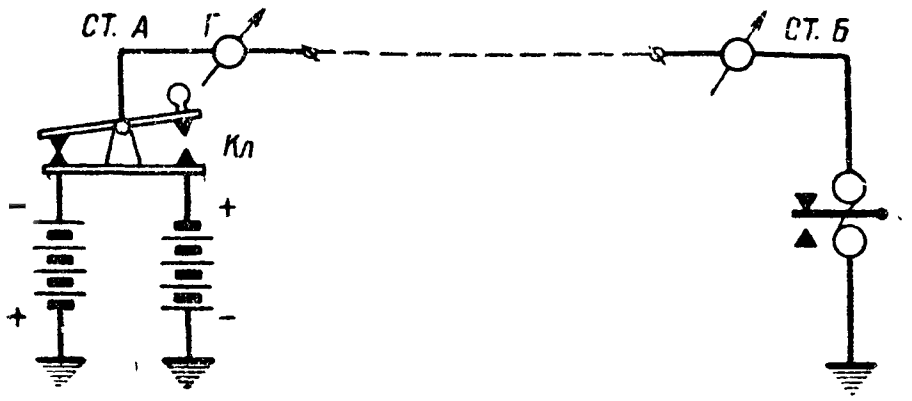


Рис. 115. Схема двухполюсного телеграфирования

В том случае, если ток, поступающий с линии, настолько слаб, что электромагнит приёмника не срабатывает, можно в линейную цепь включить высокочувствительное реле, которое, срабатывая от слабых входящих линейных токов, замыкает цепь местной батареи, в которую включён электромагнит приёмника. Вообще говоря, при телеграфировании на длинных линиях выгоднее разделить цепь на линейную и местную, тогда действие связи улучшается. На коротких линиях, конечно, можно работать и без разделения цепи.

На рис. 116 показана принципиальная схема телеграфной цепи, разделённая на цепи линейную и местную. На рис. 116 видно, что линия заканчивается на линейном реле, а приёмник аппарата включён в местную цепь. Ток с линии проходит ключ, обмотку линейного реле, заземление $З_1$ и далее возвращается на свою станцию. Линейное реле сработает и замкнёт местную цепь: $+МБ$, электромагнит $Э$ приёмника, гальваноскоп, якорь $Я$ линейного

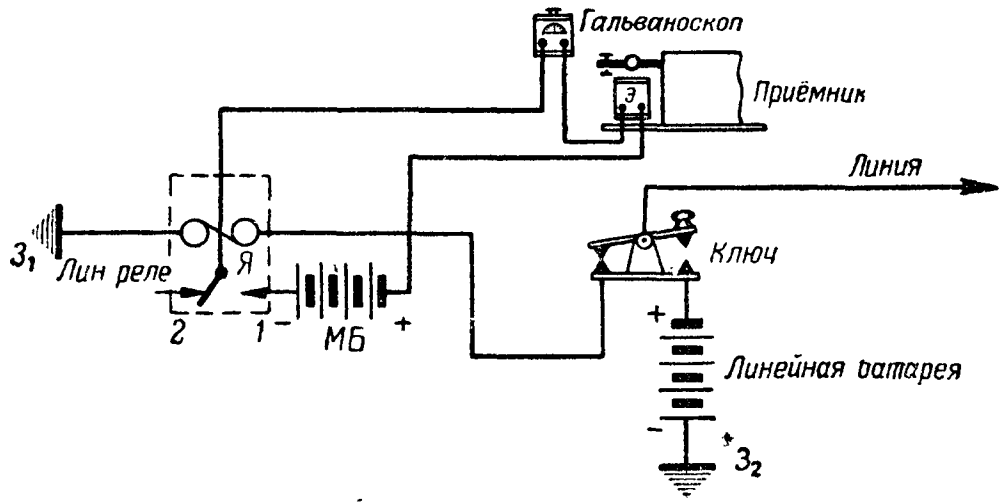


Рис. 116. Схема разделения телеграфной цепи на цепи местную и линейную:

1 и *2* — контакты; *Я* — якорь; *Э* — электромагнит; $З_1$ и $З_2$ — земля; *МБ* — местная батарея

реле, контакт *1* и *—МБ*. Как только ток с линии прекратится, линейное реле перебросит якорь к контакту *2*, и ток в местной цепи прекратится. Когда мы передаём, то нажимаем ключ, и ток от «+» линейной батареи пройдёт ключ и далее на линию. Пройдя линию и приборы другой станции, он вернётся на заземление $З_2$ и к минусу линейной батареи своей станции.

§ 42. ПОНЯТИЕ О СПОСОБАХ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ

Существует два основных способа телеграфирования: телеграфирование постоянным и переменным токами. Телеграфирование постоянным током осуществляется на любом телеграфном аппарате по однопроводным линиям или по средним точкам двухпроводных телефонных цепей.

Телеграфирование переменным током осуществляется по двух- и четырёхпроводным линиям на любом современном телеграфном аппарате при условии, что установка имеет ряд дополнительных приборов и устройств, необходимых для работы переменным током (генераторы, фильтры и др.).

Телеграфирование постоянным током может быть симплексным и дуплексным.

Симплексный способ телеграфирования (рис. 114) характерен тем, что две станции могут вести передачу только попеременно, т. е. сначала передаёт одна станция (другая в это время только принимает), затем принимавшая станция будет передавать, а передававшая принимать. Симплексное телеграфирование может быть осуществлено на любом современном телеграфном аппарате. Как видим, при симплексном способе телеграфирования обмен телеграммами происходит поочередно, что, конечно, увеличивает время обмена, снижая производительность данной связи. По этой причине симплексный способ применяют только на коротких линиях с относительно небольшой нагрузкой. В армейских условиях симплексный способ применяется при телеграфировании на аппаратах Морзе и СТ-35 и когда организуется служебная телеграфная связь между постами и станциями эксплоатационных частей связи, обслуживающих провода постоянных воздушных линий.

Дуплексный способ телеграфирования характерен тем, что по одному проводу обе станции передают и принимают одновременно навстречу друг другу.

При телеграфировании дуплексом обмен телеграммами (по сравнению с симплексом) увеличивается почти в два раза. Дуплексный способ телеграфирования является сейчас основным, широко применяемым на линиях связи.

Телеграфирование переменным током заключается в том, что передающая станция в соответствии с телеграфной азбукой посылает в линию переменный ток, который на станции приёма усиливается и выпрямляется. После этого выпрямленный ток поступает на приёмник, где и записывается принятый сигнал.

Использование переменного тока для целей телеграфирования позволяет вести по одному проводу несколько передач. Для этого необходимо каждую телеграфную передачу вести переменным током определённой частоты, отличающейся от частоты тока другой телеграфной передачи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите составные части проводной телеграфной цепи.
2. Объясните общий принцип телеграфной передачи.
3. Сравните между собой телеграфный код Морзе и пятизначный код СТ-35.
4. Что такое симплексный способ телеграфирования?
5. Что такое дуплексный способ телеграфирования?
6. Перечислите отличительные особенности телеграфных аппаратов.

ГЛАВА VII

ТЕЛЕГРАФНЫЙ АППАРАТ МОРЗЕ

§ 43. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АППАРАТА МОРЗЕ

Выше указывалось, что аппарат Морзе работает условным кодом, составленным из сочетания точек и тире (см. § 34). Очевидно, что принцип действия аппарата Морзе должен обеспечивать запись знаков Морзе на приёмнике в точном соответствии с тем, как они были посланы передатчиком, иначе работа аппарата будет невозможна.

Рассмотрим схему, представленную на рис. 117, которая положена в основу работы аппарата Морзе. На схеме показаны: источник тока *Е*, ключ-передатчик *П*, электромагнит *Э*, двуплечий пишущий рычаг *ПР* с железным якорем *Я* и пишущим колёсиком *ПК*

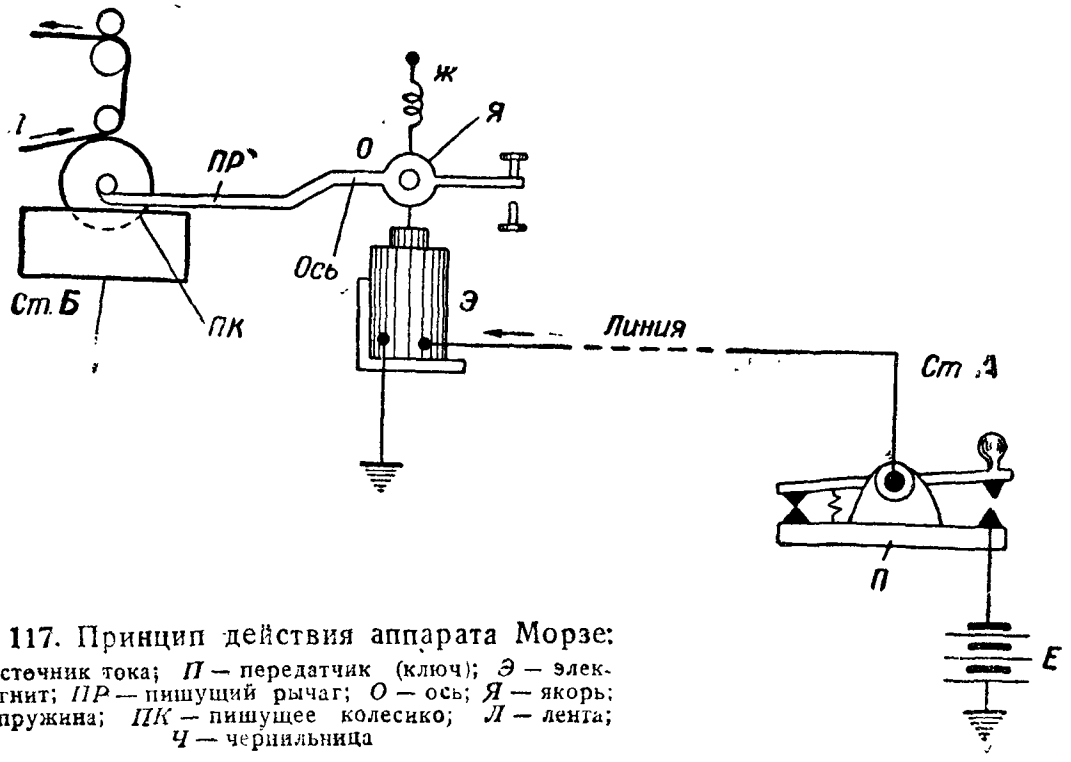


Рис. 117. Принцип действия аппарата Морзе:
Е — источник тока; *П* — передатчик (ключ); *Э* — электромагнит; *ПР* — пишущий рычаг; *О* — ось; *Я* — якорь; *Ж* — пружина; *ПК* — пишущее колесико; *Л* — лента; *Ч* — чернильница

(рычаг вращается на оси в точке *О*), чернильница *Ч* с краской, телеграфная лента *Л*, натяжная пружина *Ж* и линия, связывающая передатчик *П* станции *А* с электромагнитом *Э* приёмного аппарата станции *Б*.

Лента *Л* протягивается каким-либо механизмом беспрерывно и равномерно по направлению, отмеченному на рис. 117 стрелками.

При нажатии на ключ *П* станции *А* замыкается цепь электромагнита *Э* станции *Б*. Ток, протекающий через электромагнит, намагнитит его сердечник, который притянет якорь. При притяжении якоря пишущее колёсико прижмётся к ленте и отпечатает на ней знак, точку или тире, в зависимости от продолжительности нажатия ключа на станции *Б*.

При отсутствии тока в цепи электромагнита пишущее колёсико отходит от ленты под действием натяжной пружины.

Из сказанного следует, что принцип действия аппарата Морзе основан на замыкании и размыкании электрической цепи в соответствии с кодом Морзе.

В результате телеграфирования по схеме рис. 117 мы получим на станции *Б* запись знаков на ленте.

§ 44. КОМПЛЕКТАЦИЯ И ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ АППАРАТА МОРЗЕ ВОЕННОГО ОБРАЗЦА

Комплектация аппарата. Перечень основных приборов и частей, входящих в комплект аппарата Морзе образца 1944 г., дан в табл. 3.

Таблица 3

Комплект аппарата Морзе

№ по пор.	Наименование	Количество	Где укладывается
1	Телеграфный аппарат Морзе . .	1	
2	Круг для отработанной ленты с консолью	1	На крышке укладочного ящика
3	Комплект запасных частей в ящике	1	На дне укладочного ящика
4	Отвёртка с лезвием шириной 5 *мм*	1	На внутреннем дне укладочного ящика
5	Нож	1	То же
6	Щётка часовая	1	То же
7	Флакон для масла	1	На дне укладочного ящика
8	Флакон для краски	1	То же
9	Кисть плоская	1	На внутреннем дне укладочного ящика
10	Отвёртка проволочная (змейка) .	2	Одна в тамбуре аппарата и одна в ящике запасных частей
11	Укладочный деревянный ящик .	1	—

Как показывает опыт Отечественной войны, войска связи применяли преимущественно аппараты Морзе полевого типа отечественного производства образца 1910, 1936 и 1944 гг. и, как исключение, — аппараты иностранного образца фирмы Сименс (с внутренним или с наружным пружинным двигателем). Указанные выше образцы аппаратов Морзе по конструкции отличаются друг от друга незначительно. Наиболее важное отличие имеет только схема аппарата Морзе 1944 г., которая позволяет осуществить контроль своей работы не только на постоянном, но и на рабочем токе (в схемах других аппаратов контроля своей работы на рабочем токе нет).

Опыт эксплоатации аппаратов Морзе за годы Отечественной войны показал, что они вполне удовлетворяют требованиям работы в полевых условиях.

Тактико-технические данные аппаратов Морзе полевого типа. Дальность действия при хорошем состоянии линии:

а) по постоянным воздушным линиям (провод стальной диаметром 4 *мм*) до 800 *км*;

б) по полевым шестовым линиям (провод медный диаметром 2,1 *мм*) до 150 *км*;

в) по полевым кабельным телеграфным линиям (кабель ПТГ-19) до 75 *км*.

Время на установку, регулировку и вхождение в связь 10 минут.

Пропускная способность аппарата 700 слов/час.

Практический обмен 400—450 слов/час.

Рабочее место для установки аппарата (любое помещение, блиндаж, окоп) 0,65 $м^2$ (100×65 *см*).

Аппарат обслуживается в смену одним телеграфистом-морзистом; на сутки назначается смена 2—3 морзиста (в зависимости от нагрузки).

Вес аппарата: в упаковке 23 *кг*, без упаковки 19 *кг*.

Перехват работы противником легко осуществим по симплексной схеме и возможен, но затруднён, по дуплексной схеме.

Аппарат Морзе может работать:

а) симплексом по схеме постоянного и рабочего тока;

б) дуплексом по схеме моста и диференциальной схеме.

Аппараты Морзе всех типов обеспечивают контроль своей работы при телеграфировании симплексом по схеме постоянного тока; на рабочем токе своя работа контролируется только на аппарате Морзе образца 1944 г.

Аппараты Морзе могут работать на линиях с утечкой тока до 40% при условии, что сила входящего тока будет не меньше 10 *ма*.

Для питания аппаратов Морзе пригодны только источники постоянного тока (элементы и аккумуляторы любого типа).

Напряжение батареи берётся по расчёту от 20 до 160 *в*.

Нормальная сила тока питания 10—15 *ма*.

Расход тока в сутки:
а) на постоянном токе (I=0,015 *а*) примерно 0,3 *а-ч*;
б) на рабочем токе (I = 0,015 *а*) примерно 0,15 *а-ч*.
Электрические данные аппарата Морзе приведены в таблице 4.

Таблица 4

Электрические данные аппарата Морзе

Наименование приборов аппарата	Сопротивление в омах	Число витков	Диаметр провода в *мм*	Марка провода	Шкала прибора	Ток питания в *ма*
Электромагниты аппарата 1910, 1938 и 1944 гг.	2×150	2×5400	0,26	ПЭШО	—	10—15
Миллиамперметр М-38 .	2,5	—	—	—	50—0—50 *ма*	—
Миллиамперметр М-44 .	4,5	—	—	—	60—0—60 *ма*	—
Гальваноскоп	40	—	—	—	40—0—40	—
Миллиамперметр М-36 .	5	—	—	—	30—0—30 *ма*	—

Положительные стороны аппарата Морзе: простота устройства, малые габариты и вес, быстрота установки, устойчивость в работе даже при плохом состоянии линии и нетребовательность к месту установки и средствам перевозки.

Отрицательные стороны аппарата: запись знаков условным кодом, лёгкость перехвата работы противником, малая пропускная способность.

§ 45. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ АППАРАТА МОРЗЕ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Аппарат Морзе 1910 г. военного образца, общий вид которого показан на рис. 118, состоит из пишущего приёмника *1*, ключа-передатчика *2*, вспомогательных приборов (на рис. 118 виден только гальваноскоп *3* и переключатель тока *4*) и цоколя аппарата *5* с выдвижным тамбуром *6* для чистой ленты.

Пишущий приёмник. Пишущий приёмник принимает электрические посылки тока и записывает на ленте знаки в виде точек и тире в соответствии с кодом Морзе.

Приёмник (рис. 119а) делится на две части: механическую и электромагнитную.

Механическая часть служит для равномерного протягивания телеграфной ленты и вращения пишущего колёсика.

Электромагнитная часть служит для приёма электрических посылок и записи знаков на ленте в соответствии с принятой электрической кодовой комбинацией.

Ключ-передатчик. Ключ предназначен для замыкания и размыкания электрической цепи в соответствии с кодом Морзе.

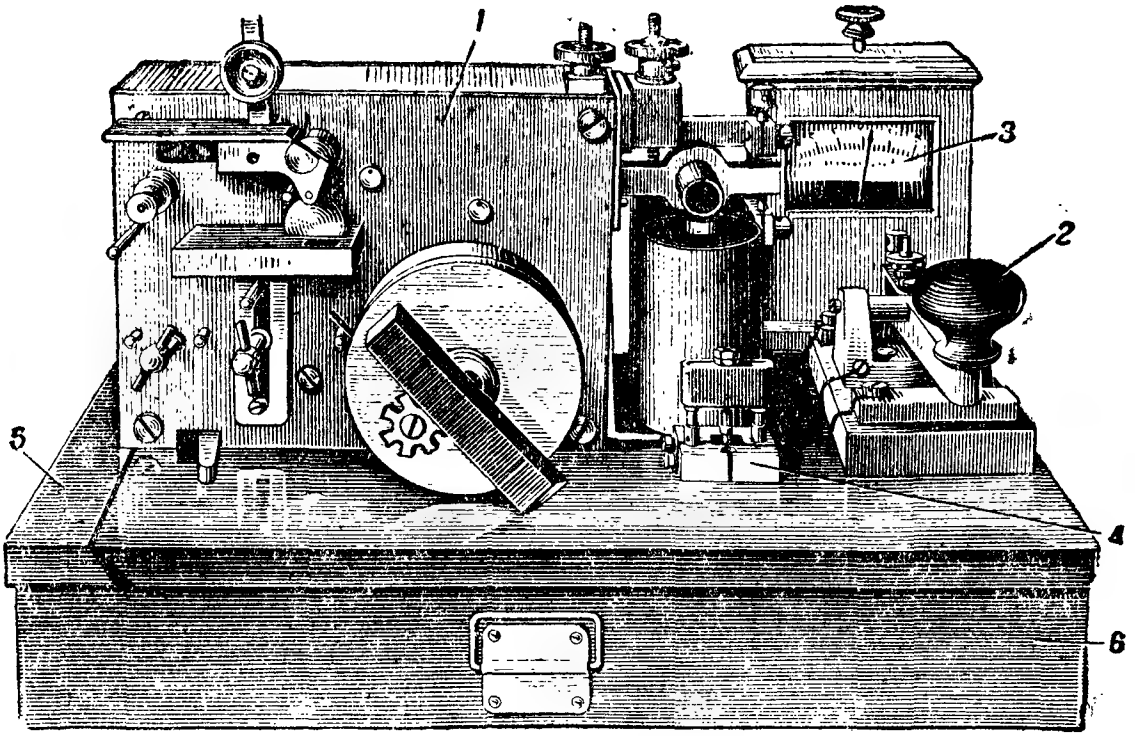


Рис. 118. Аппарат Морзе военного образца 1910 г.:
1 — пишущий приёмник; *2* — ключ-передатчик; *3* — гальваноскоп; *4* — переключатель тока; *5* — цоколь; *6* — тамбур для ленты

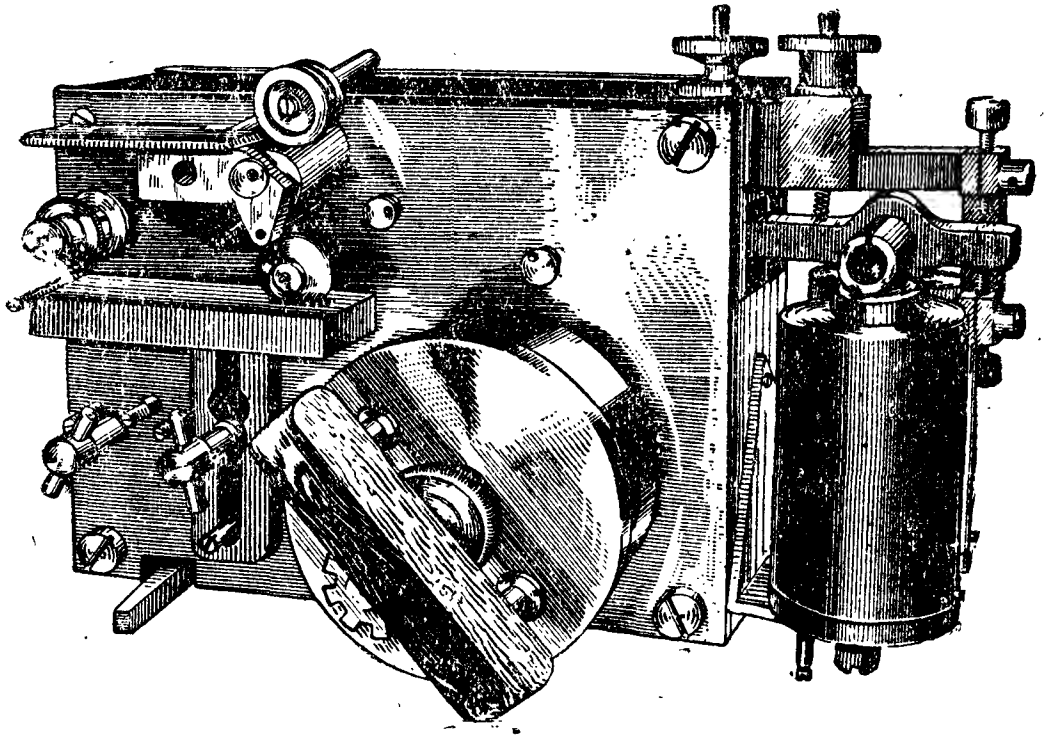


Рис. 119а. Пишущий приёмник аппарата Морзе

Вспомогательные приборы. Вспомогательные приборы выполняют подсобную роль, облегчая эксплоатацию аппарата. К вспомогательным приборам относятся:

— молниеотвод с линейным переключателем;

— гальваноскоп или миллиамперметр;

— переключатель тока;

— зажимы для включения.

Молниеотвод (рис. 119б) с линейным переключателем служит для защиты аппарата и работающего на нём телеграфиста от опасного действия грозовых разрядов. Линейный переключатель обеспечивает надёжность и быстроту переключений при разного рода проверках и испытаниях аппарата и линии.

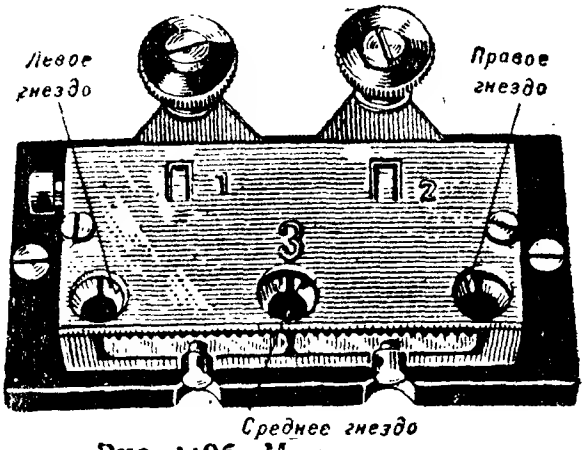


Рис. 119б. Молниеотвод

Гальваноскоп *3* (рис. 118) показывает присутствие тока в цепи, его направление и относительную силу этого тока. Миллиамперметр служит для той же цели, что и гальваноскоп, но он показывает в миллиамперах силу тока, проходящего по цепи.

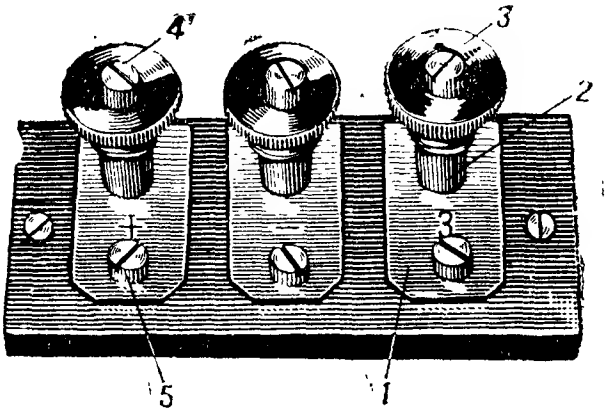


Рис. 119в. Зажимы для включения батареи и земли:

1 — металлические пластины; *2* — колонки; *3* — гайки; *4* — ограничивающие винты; *5* — зажимные винты

Переключатель тока *4* (рис. 118) обеспечивает быстрый переход (переключение) со схемы постоянного на схему рабочего тока, и наоборот.

Зажимы для включения (рис. 119б и в) служат для соединения аппарата с линией, землёй и источником питания. Зажимы для включения линии смонтированы на молниеотводе, а зажимы для включения батареи и земли — на отдельной эбонитовой панели (основа), расположенной слева от молниеотвода.

Цоколь аппарата с выдвижным тамбуром для чистой ленты. Цоколь *5* аппарата (см. рис. 118) служит для установки и закрепления на нём всех частей аппарата и монтажа схемы. Тамбур служит для размещения в нём круга чистой ленты.

§ 46. УСТРОЙСТВО МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРИЕМНИКА

Механическая часть приёмника состоит из:

— часового механизма;

— приспособления для протягивания и направления ленты;

— резервуара для краски.

Часовой механизм. Часовой механизм служит для равномерного протягивания ленты со скоростью 1,5 *м* в минуту и вращения пишущего колёсика. Часовой механизм, общий вид которого показан на рис. 120а, состоит из:

— корпуса (коробки) часового механизма;
— пружинного двигателя;
— системы передаточных колёс;
— регулятора скорости (ветрянки);
— тормоза.

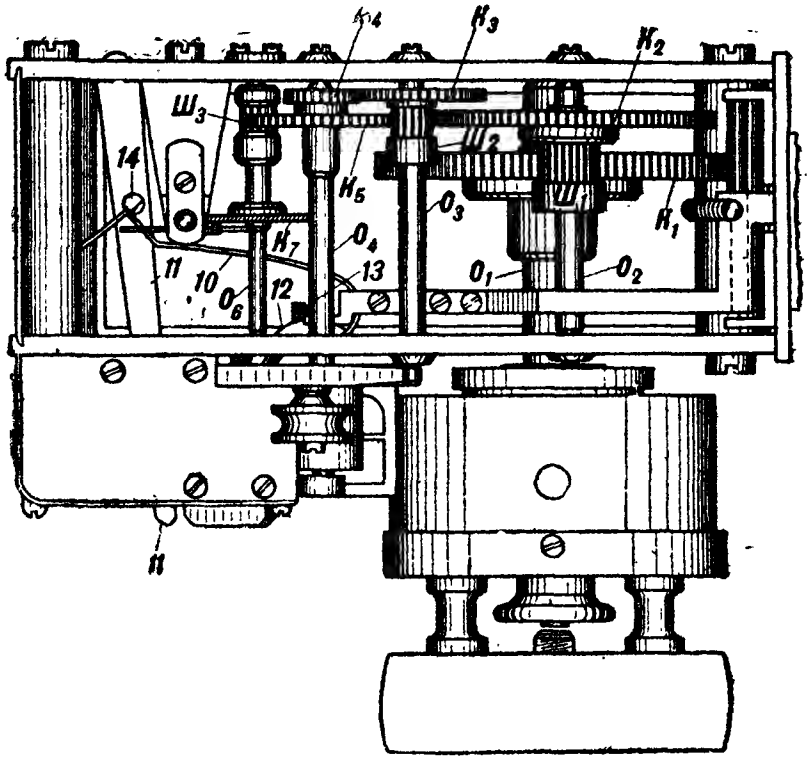


Рис. 120а. Часовой механизм приёмника аппарата Морзе (вид сверху):

O_1, O_2, O_3, O_4, O_6 — оси механизма; K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 K_7 — зубчатые колёса; $Ш_1$, $Ш_2$, $Ш_3$ — цевочные шестерни; *10* — тормозная пружина; *11* — тормозной рычаг; *12* — пята пружины; *13* — винт; *14* — тормозной стержень

Корпус (коробка) часового механизма (рис. 120б) служит для укрепления всех частей приёмника аппарата Морзе. Две станины корпуса — передняя *1* и задняя *2* — скреплены в одно целое посредством четырёх распорок *3* и восьми крепительных винтов *4*. Правая верхняя распорка имеет отверстие для пропуска стержня, поднимающего электромагниты, а нижние распорки имеют по одному навинтованному отверстию для ввёртывания винтов, закрепляющих корпус на цоколе аппарата. Боковые и верхняя стороны корпуса закрываются пластинами-крышками. Левая боковая и верхняя пластины свободно вдвигаются в пазы станин и в случае надобности их можно вынуть совсем. Правая сторона корпуса в верхней части закрывается неподвижной пла-

стиной, привёрнутой к станинам четырьмя винтами, а нижняя часть этой стороны закрывается подвижной пластиной, к которой прикрепляется тремя винтами железный угольник с установленными на нём катушками электромагнита.

В задней и передней станинах корпуса сделаны гнёзда-подшипники для осей часового механизма, которые закрываются заслонками с целью предохранения от загрязнения.

Станины и пластины делаются из вальцованной жёлтой меди (латуни): станины — толщиной 4 *мм*, пластины — 2 *мм*.

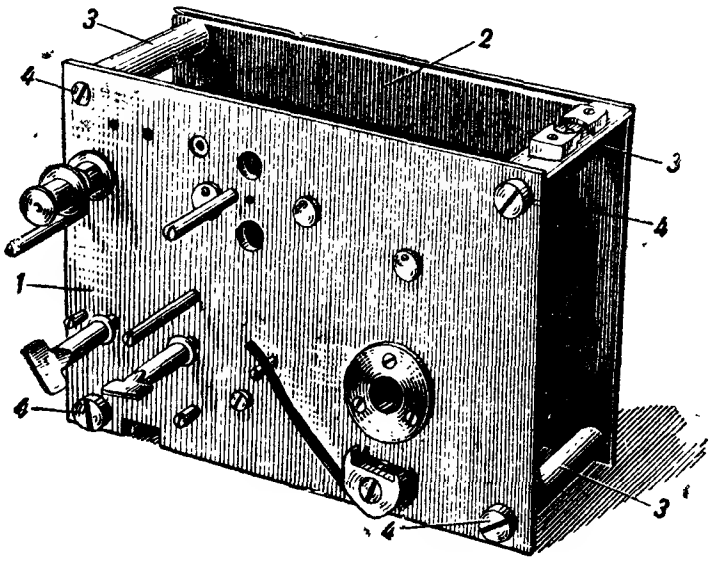


Рис. 120б. Корпус-коробка часового механизма:
1 и *2* — станины; *3* — распорки; *4* — винты

Корпус устанавливается на верхней доске цоколя аппарата и закрепляется на ней двумя винтами.

Пружинный двигатель, общий вид которого показан на рис. 121а, служит для приведения в движение часового механизма аппарата Морзе. Действие двигателя основано на том, что при заводе двигателя стальная пружина, навёртываясь на барабан, запасает энергию, которая при развёртывании пружины используется для вращения осей часового механизма.

Нормально двигатель при полном заводе пружины (семь полных оборотов) безостановочно вращает часовой механизм в течение 20—25 минут.

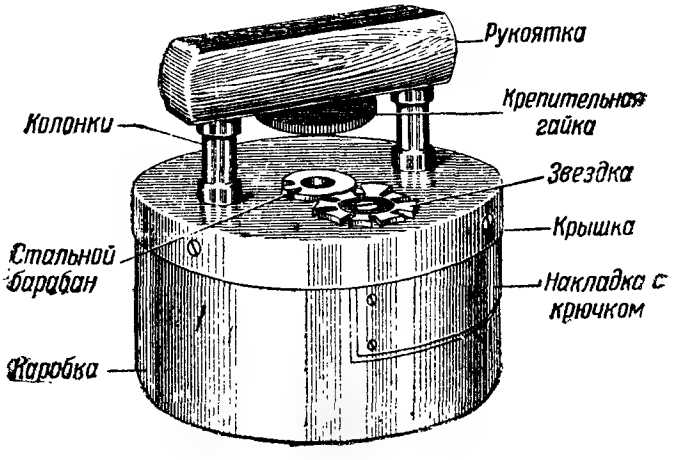


Рис. 121а. Пружинный двигатель (общий вид)

Пружинный двигатель состоит из (рис. 121б):

а) латунной цилиндрической коробки *1*;

б) латунной крышки *2* с деревянной рукояткой *3* и крепительной гайкой *4*;

в) стальной плоской пружины *5*;

г) стального барабана или полой муфты *6*;

д) стальной восьмилучевой звёздки *7*;

е) храпового приспособления, состоящего из храпового колеса *8* и храповой собачки *9*.

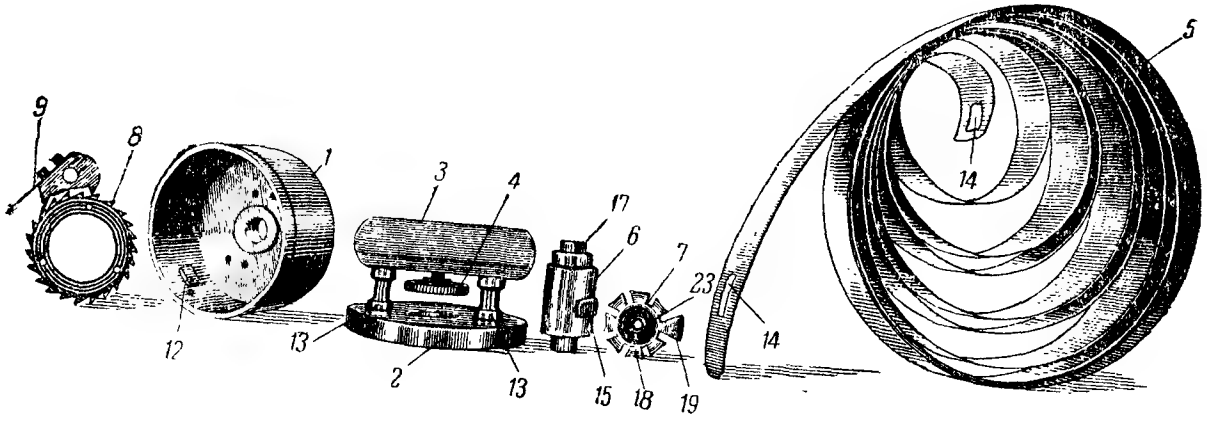


Рис. 121б. Части пружинного двигателя:

1 — коробка; *2* — крышка; *3* — рукоятка; *4* — крепительная гайка; *5* — пружина двигателя; *6* — стальной барабан; *7* — звёздка; *8* — храповое колесо; *9* — храповая собачка; *12* и *15* — крючки; *13* — колонки; *14* — петлк пружины; *17* — переводной кулачок; *18* — вогнутый луч; *19* — выпуклый луч; *23* — муфта звёздки

На рис. 121в показан вид пружинного двигателя сзади.

а) Латунная цилиндрическая коробка *1* служит для сборки всех частей пружинного двигателя. Коробка имеет отверстие для пропуска первой рабочей оси часового механизма.

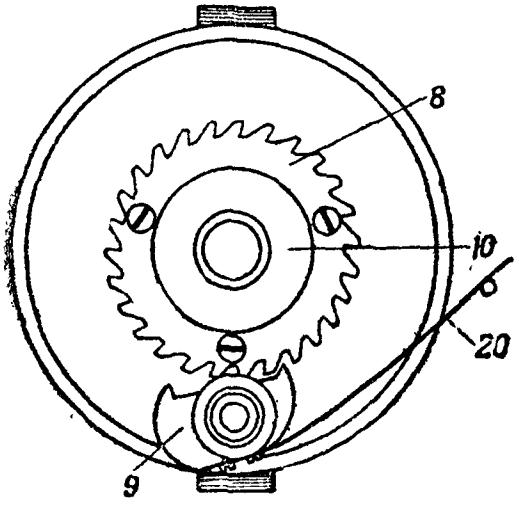


Рис. 121в. Вид пружинного двигателя сзади:

8 — храповое колесо; *9* — храповая собачка; *10* — утолщение коробки; *20* — плоская пружина

С задней стороны коробки на утолщении *10* укреплено тремя винтами храповое колесо *8*. На боковой поверхности коробки укреплена четырьмя винтами полуовальной формы пластинка с крючком *12*, за который (крючок входит внутрь коробки) зацепляется один конец пружины *5*. В некоторых двигателях пластина не ставится, а крючок просто приклёпывается непосредственно к телу коробки.

б) Латунная крышка *2* с деревянной рукояткой *3* закрывает переднюю часть коробки *1* двигателя и закрепляется на коробке тремя винтами. На крышке посредством

двух колонок *13* укреплена деревянная рукоятка *3*. Для навёртывания крепительной гайки *4* (при разборке двигателя) в рукоятку ввёрнут навинтованный стержень. На крышке с помощью муфты *23* и винта укреплена восьмилучевая звёздка *7*, которая может свободно поворачиваться на муфте.

в) Стальная плоская пружина *5* размещается внутри коробки *1*; она имеет длину 3,5 *м*, ширину 34 *мм* и толщину 0,5 *мм*. Пружина по концам имеет две петли *14* для зацепления пружины за крючок *12* коробки и крючок *15* стального барабана *6* двигателя.

г) Стальной барабан *6* имеет внутри цилиндрическое отверстие, сквозь которое проходит первая рабочая ось механизма. В тело барабана ввёрнуты два винта *16* и крючок *15*, за который зацепляется один конец пружины *5*.

Спереди на барабане имеется переводной кулачок *17*, который взаимодействует со звёздкой *7*.

Винты *16* ввёрнуты так, что они входят внутрь цилиндрического отверстия барабана и с помощью их двигатель закрепляется на первой оси. Закрепление двигателя на оси осуществляется следующим образом.

При надевании стального барабана на первую рабочую ось винты *16* скользят по продольному срезу на первой оси до упора и затем, при повороте стального барабана слева направо, они заходят в кольцевые пазы (вырезы), благодаря чему стальной барабан замыкается на оси, а вместе с барабаном на оси замыкается и весь пружинный двигатель.

д) Стальная восьмилучевая звёздка служит для ограничения натяжения пружины при заводе пружинного двигателя (семь оборотов) и создания первоначального (запасного) натяжения пружины (один оборот). Кроме того, звёздка облегчает снятие пружинного двигателя с первой рабочей оси, исключая применение какого-либо инструмента.

Звёздка имеет семь лучей *18* вогнутых и один луч *19* выпуклый. Во время завода за каждый оборот пружинного двигателя звёздка поворачивается на один луч с помощью переводного кулачка *17*.

При установке звёздки на двигателе пружине даётся запасный завод (один оборот). Затем коробка двигателя устанавливается так, чтобы место установки муфты со звёздкой было над стальным барабаном. Пускается в ход механизм, и когда переводной кулачок подойдёт к месту установки муфты со звёздкой, установка её производится так, чтобы выпуклый луч звёздки был слева кулачка стального барабана.

е) Храповое приспособление (рис. 121) состоит из храпового колеса *8* и храповой собачки *9*. Храповая собачка (укреплена на передней станине) имеет такую форму, что одна её часть утяжелена, благодаря чему зуб собачки всегда поднят вверх и она постоянно сцеплена с зубьями храпового колеса *8*. Чтобы не могло произойти случайного расцепления храповой собачки с храповым

колесом, к собачке привёрнута двумя винтами плоская пружина *20*, которая, опираясь на штифт *21*, поднимает собачку вверх. Собачка насажена со свободным вращением на муфту.

Совместное действие храповой собачки и храпового колеса препятствует произвольному повёртыванию двигателя справа налево, позволяя поворачиваться только слева направо.

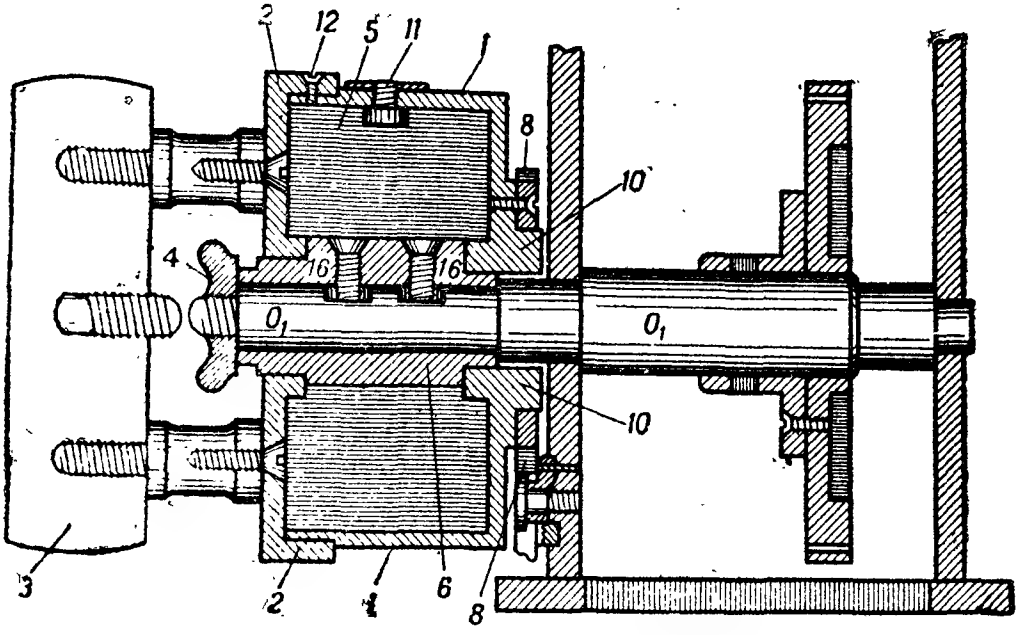


Рис. 122а. Разрез пружинного двигателя:

1 — коробка; *2* — крышка; *3* — рукоятка; *4* — крепительная гайка; *5* — пружина; *6* — стальной барабан; *8* — храповое колесо; *9* — храповая собачка; *10* — утолщение; *11* — винт-крючок; *12* — винт; *16* — винты; O_1 — ось

Взаимодействие частей двигателя (рис. 121, 122, 123). Во время завода пружинный двигатель поворачивают за рукоятку по часовой стрелке. При этом пружина *5* навёртывается на стальной барабан *6*, а храповая собачка *9* своим зубом скользит по зубьям храпового колеса *8*.

Одновременно с поворотом двигателя поворачивается и звёздка; при этом вогнутый луч *18* обходит вокруг стального барабана *6*. Как только звёздка дойдёт до кулачка *17*, он войдёт в междулучевое пространство звёздки и повернёт звёздку на один луч (рис. 123, *б*). Поворот звёздки будет происходить за каждый оборот пружинного двигателя.

В конце завода после семи оборотов выпуклый луч упрётся в стальной барабан (рис. 123, *в*) и дальнейший завод прекратится.

Во время работы пружинного двигателя храповая собачка *9* упирается в зубья храпового колеса *8*, удерживая коробку двигателя неподвижно, а пружина, развёртываясь, заставляет стальной барабан *6* поворачиваться по часовой стрелке. Вместе со стальным барабаном по часовой стрелке поворачивается и первая рабочая ось, которая ведёт весь механизм. При развёртывании кулачок *17* за каждый оборот входит между лучами звёздки *7*

и поворачивает её на один луч в направлении против часовой стрелки. Пружине даётся запасный завод. Запасный завод двигателя необходим, во-первых, для того, чтобы пружина не соскакивала с зацепления, и, во-вторых, этим заводом обеспечивается равномерность движения часового механизма, поскольку пружина имеет натяжение как при полностью заведённом, так и при спущенном двигателе.

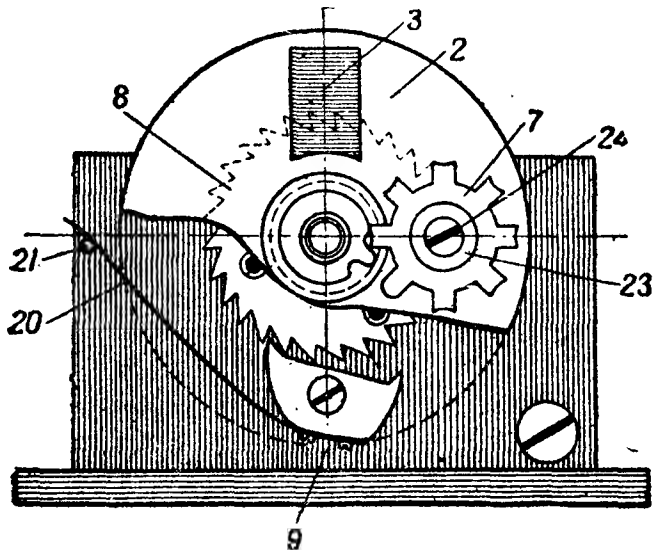


Рис. 122б. Вид пружинного двигателя спереди:

2 — крышка; *3* — рукоятка; *7* — звёздка; *8* — храповое колесо; *9* — храповая собачка; *20* — плоская пружина собачки; *21* — штифт; *23* — муфта звёздки; *24* — винт звёздки

Система передаточных колес (рис. 120а) состоит из:

а) шести стальных осей (O_1, O_2, O_3, O_4, O_5, O_6);

б) семи зубчатых колёс (K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6, K_7);

в) трёх цевочных шестерён ($Ш_1$, $Ш_2$, $Ш_3$).

Все оси сделаны из стали и хорошо отшлифованы. Зубчатые колёса сделаны из латуни и покрыты лаком.

Оси и колёса заключены между станинами коробки часового механизма, для чего в станинах сделаны гнёзда для вставления шипов осей (в передней станине для осей O_4 и O_5 сделаны не гнёзда, а отверстия).

Сцепление колёс механизма показано на рис. 124.

Первая рабочая ось O_1 (рис. 125). На заднем конце ось имеет щип *1*, а

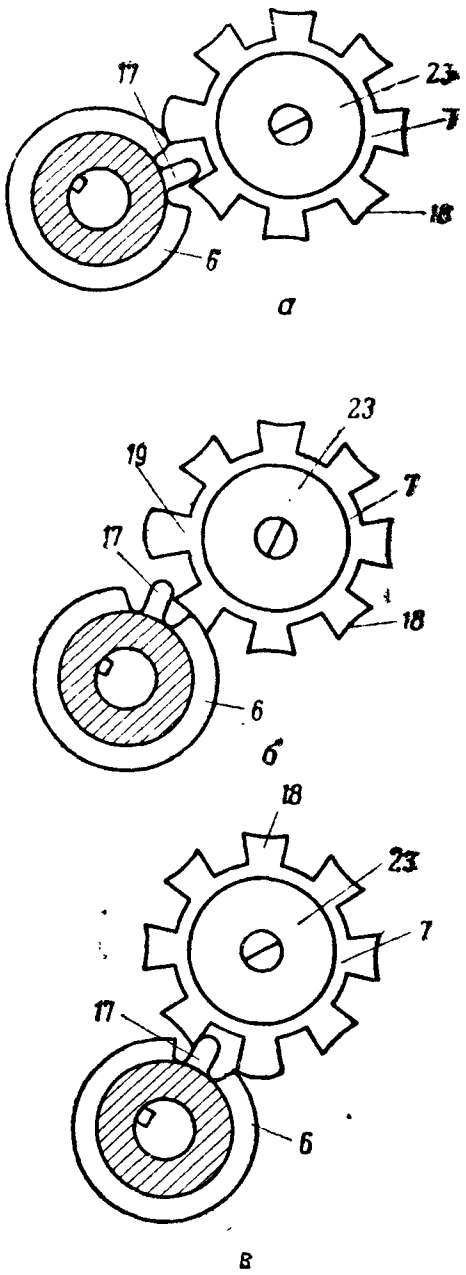


Рис. 123. Взаимодействие звёздки и кулачка барабана при работе пружинного двигателя:

а — пружина спущена; *б* — момент поворота звёздки на один луч; *в* — пружина заведена; 6 — стальной барабан; *7* — звёздка; *17* — переводный кулачок; *18* — вогнутый луч; *19* — выпуклый луч; *23* — муфта звёздки

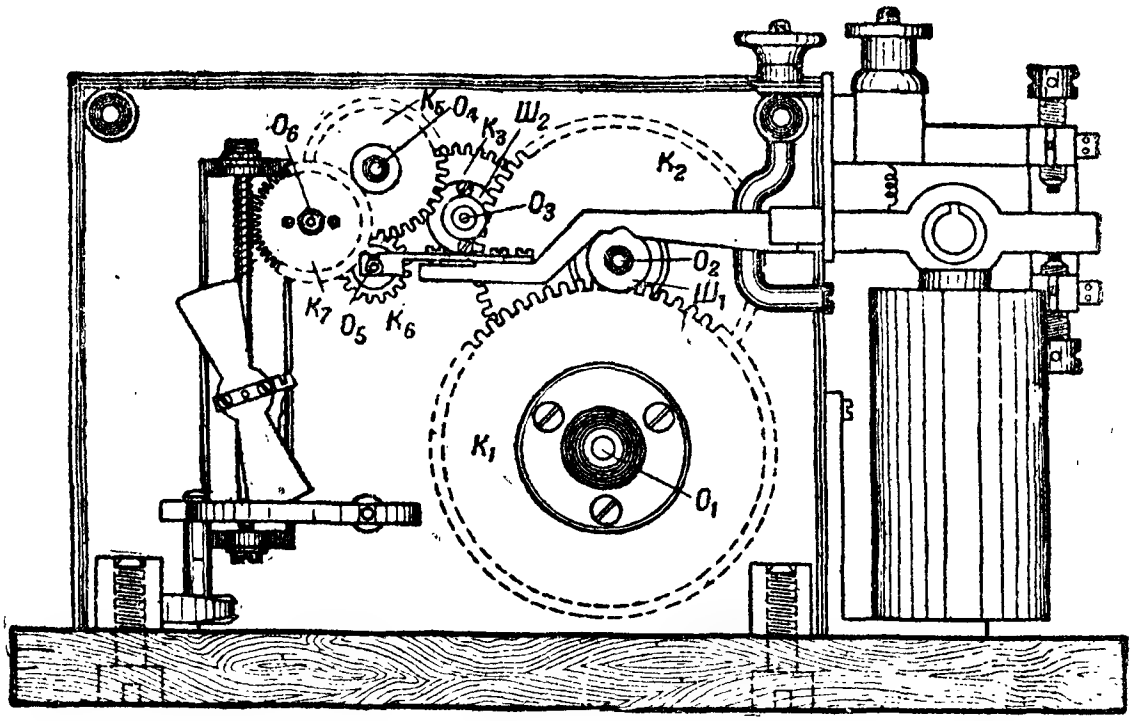


Рис. 124. Система передаточных колес приёмника аппарата Морзе (вид на сцепление колес и шестерён):
O_1, O_2, O_3, O_4, O_5 и O_6 — оси; K_1, K_2, K_3, K_5, K_6 и K_7 — передаточные колеса; $Ш_1Ш_2$ — цевочные шестерни

на переднем — продольный срез *2*, два кольцевых паза *3* и нарезку *4*. Продольный срез *2* служит для надевания, а кольцевые пазы — для закрепления на оси пружинного двигателя. На нарезку *4* навинчивается крепительная гайка, предохраняющая двигатель от произвольного соскакивания с оси. На оси с помощью конического штифта *5* наглухо закреплена ступица *Ст*, к которой тремя винтами привёрнуто зубчатое колесо K_1 (87 зубьев).

Вторая передаточная ось O_2 (рис. 126, *а*). Передний и задний концы оси имеют шипы *1* и *2*. Ближе к заднему концу на оси наглухо закреплена цевочная шестерня $Ш_1$ (16 цевок), к задней шайбе которой привёрнуто двумя винтами зубчатое колесо K_2 (85 зубьев).

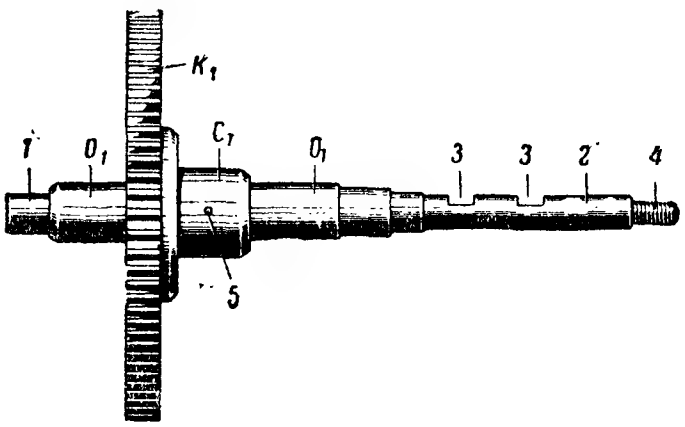


Рис. 125. Первая рабочая ось:
1 — шип; *2* — срез; *3* — кольцевые пазы; *4* — нарезка; *5* — штифт; O_1 — ось; K_1 — зубчатое колесо, *Ст* — ступица

Третья передаточная ось O_3 (рис. 126, *б*). Эта ось имеет также два шипа *1* и *2* и цевочную шестерню $Ш_2$ (10 цевок). К задней шайбе шестерни $Ш_2$ прикреплено двумя винтами зубчатое колесо K_3 (41 зуб).

Четвёртая ось, или ось лентопротяжного валика O_4 (рис. 127, *а*). Передний конец этой оси имеет шип *1*, который вставляется в гнездо, сделанное в угольнике приспособления для протягивания ленты. На этой оси закреплён наглухо лентопротяжный валик *3* и два зубчатых колеса — переднее K_4 (41 зуб) и заднее K_5 (20 зубьев). Колёса наглухо закреплены на ступице *Ст*, а ступица закрепляется на оси при помощи конического штифта *5*, пропущенного через тело ступицы и оси.

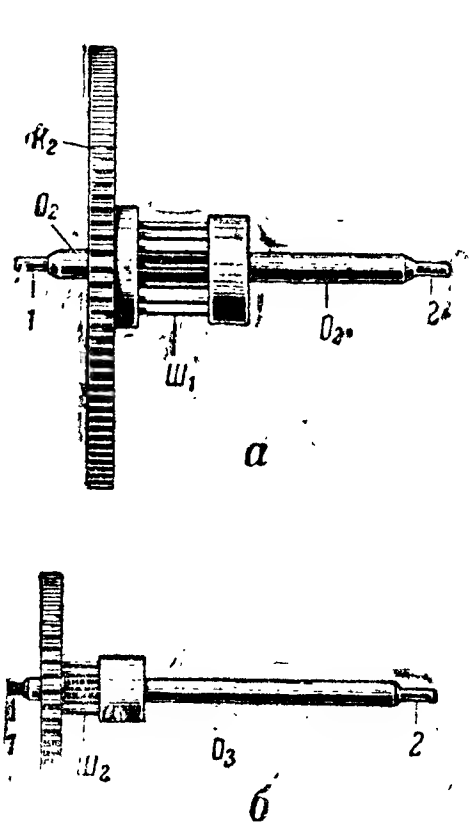


Рис. 126. Передаточные оси с колёсами:

а — вторая ось; *б* — третья ось; *1* и *2* — шипы; O_2 и O_3 — оси; K_2 и K_3 — зубчатые колёса; $Ш_1$ и $Ш_2$ — цевочные шестерни

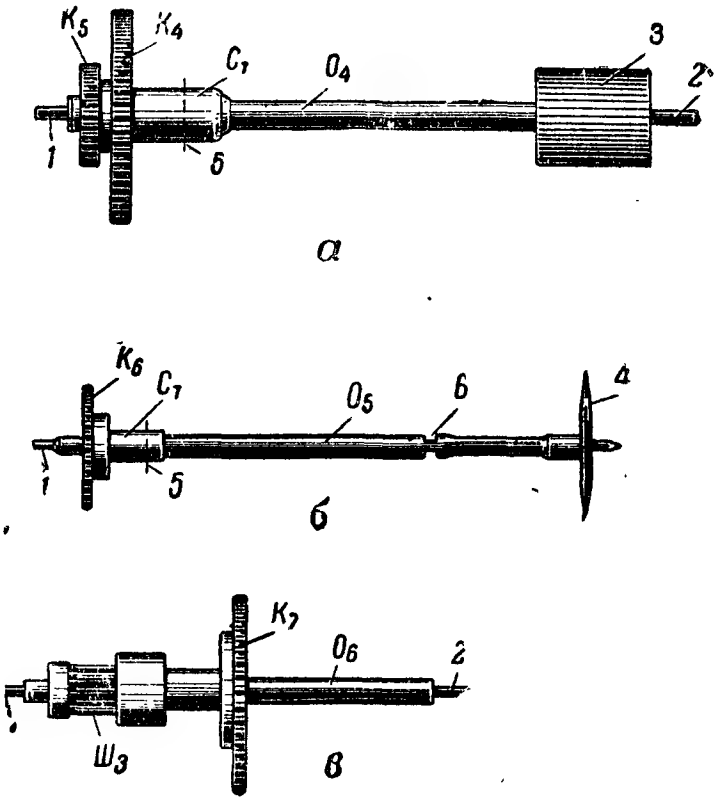


Рис. 127. Оси часового механизма:

а — четвёртая ось (лентопротяжного валика); *б* — пятая ось (пишущего диска); *в* — шестая ось (ведущая ветрянку); *1* и *2* — шипы; *3* — лентопротяжный валик; *4* — пишущий диск; *5* — чека; *6* — выточка; K_4, K_5, K_6, K_7 — зубчатые колёса; O_4, O_5, O_6 — оси; $Ш_3$ — цевочная шестерня; *Ст* — ступицы

Пятая ось O_5, или ось пишущего диска (рис. 127, *б*). Эта ось имеет только задний шип *1*. На переднем конце этой оси сделана круговая выточка *6*, которая укладывается на крючок пружины пишущего рычага, и таким образом эта выточка является второй точкой вращения оси. На передний конец оси надевается пишущее колёсико (диск) *4*. К ступице *Ст* прикреплено зубчатое колесо K_6 (20 зубьев), ступица же на оси закрепляется чекой *5*.

Шестая ось O_6, или ось, ведущая ветрянку (рис. 127, *в*). Эта ось имеет два шипа *1* и *2* и цевочную шестерню $Ш_3$ (10 цевок). В передней части шестерня имеет шайбу, к которой двумя винтами привёрнуто зубчатое колесо K_7 с косыми зубьями (53 зуба).

Регулятор скорости — ветрянка. Регулятор скорости (ветрянка) обеспечивает равномерность движения часового механизма, благодаря чему механизм протягивает ленту всегда с определённой и притом одной и той же скоростью.

Ветрянка состоит из (рис. 128):

а) оси ветрянки *1*;

б) крыла *2*;

в) подвижной коробки *3*;

г) оттяжной спиральной пружины *4*;

д) основания-угольника *5*.

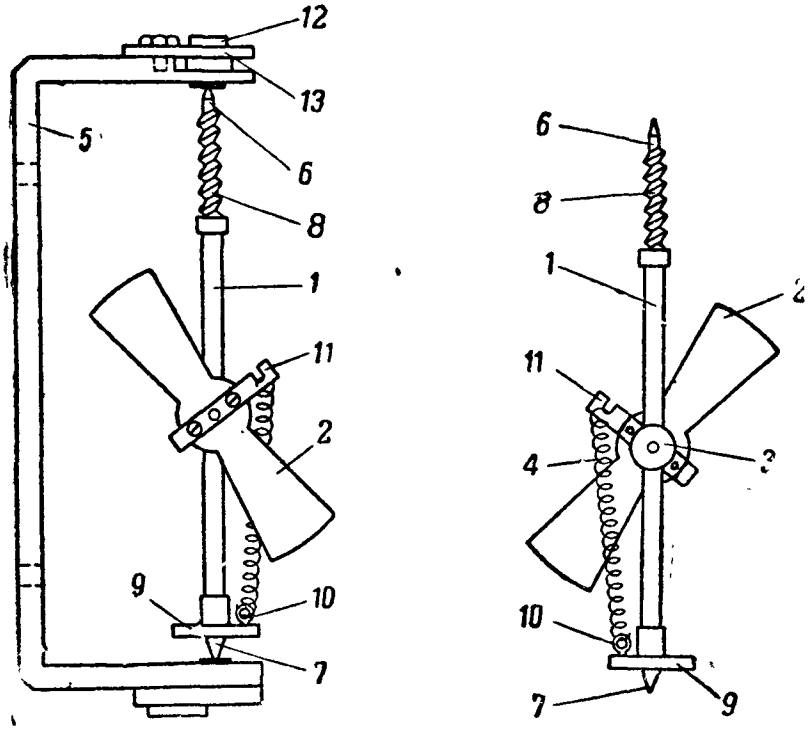


Рис. 128. Регулятор-ветрянка часового механизма:
1 — ось; *2* — крыло; *3* — подвижная коробка; *4* — спиральная пружина; *5* — угольник; *6* и *7* — шипы; *8* — червяк; *9* — диск; *10* — ушко; *11* — накладка; *12* — агатовый камень; *13* — пластинка

а) Ось ветрянки *1* вставлена двумя шипами *6* и *7* в гнёзда верхней и нижней полок основания *5* (угольника), привёрнутого внутри механизма к задней станине коробки. В верхней части ось имеет двухходовой червяк *8*, с которым сцеплены косые зубья ведущего колеса шестой оси. В центре оси сделано шаровидной формы утолщение с двумя шипами. Внизу на оси наглухо закреплён тормозной диск *9* с ушком *10*. На один шип шаровидного утолщения оси *1* надета латунная скоба *3* так, что она может поворачиваться на шипе, а на другой шип надето крылышко *2* с накладкой *11*, которые двумя винтами привёртываются к скобе *3*. Накладка имеет крючок, за который зацеплен один конец спиральной пружины *4*. Второй конец этой пружины зацеплен за ушко *10* на тормозном диске *9*. Спиральная пружина оттягивает крылышко в вертикальное положение.

При работе часового механизма и вращении крыла ветрянки развивается центробежная сила, которая, преодолевая силу пружины, отводит крыло ветрянки на некоторый угол относительно оси. Крыло ветрянки при вращении испытывает сопротивление воздуха, которое тем больше, чем больше скорость вращения оси, а следовательно, и угол отклонения крыла от оси. Одновременно с увеличением угла отклонения и тормозящего сопротивления воздуха увеличивается и натяжение оттягивающей пружины. В конце концов, противодействующие силы уравновесятся с центробежной силой, и крыло ветрянки будет автоматически регулировать скорость движения часового механизма, поддерживая её равномерной.

При работе часового механизма ось ветрянки оказывает давление на верхний подшипник, поэтому для уменьшения трения верхний шип *6* оси ветрянки упирается в агатовый камень *12,* вставленный в пластинку *13,* наложенную на верхнюю полку кронштейна. Вместо агата в некоторых образцах аппаратов поставлена для этой же цели стальная пластинка.

Для удобства разборки и сборки ветрянки верхний шип оси помещён в латунной втулке, которая вставляется в верхнюю полку кронштейна.

Тормоз (см. рис. 120а) служит для остановки часового механизма и пуска его в ход. Он состоит из изогнутой тормозной пружины *10* и тормозного рычага *11*. Пята *12* тормозной пружины закреплена в выеме передней станины винтом *13.* Свободный конец пружины изогнут и образует два ската.

Задний конец тормозного рычага *11* укреплён винтом-осью в вырезе латунной пластины, которая привёрнута снизу задней станины. Передний конец рычага выведен наружу сквозь вырез в передней станине. Рычаг снабжён стальным тормозным стержнем *14,* скошенным на два ската.

При отводе рычага влево стержень, надавливая на скат тормозной пружины, отводит её от тормозного диска ветрянки, и часовой механизм приходит в движение. При перемещении рычага вправо стержень освобождает пружину, она прижимается к тормозному диску (затормаживает ветрянку), и часовой механизм останавливается.

Приспособление для направления и протягивания ленты. Приспособление для протягивания и направления ленты состоит из:

— лентопротяжного механизма;

— направляющего устройства;

— консоли с кругом для отработанной ленты.

Лентопротяжный механизм размещён на передней станине часового механизма (рис. 129а).

На латунном кронштейне *15,* прикреплённом к передней станине коробки двумя винтами *16,* привёрнута латунная полка *17.* Снизу этой лентопротяжной полки помещается ось *22* рычага *25* лентонажимного ролика *14* и плоская стальная пружина *23,* оканчивающаяся пятой, привёрнутой к полке винтом.

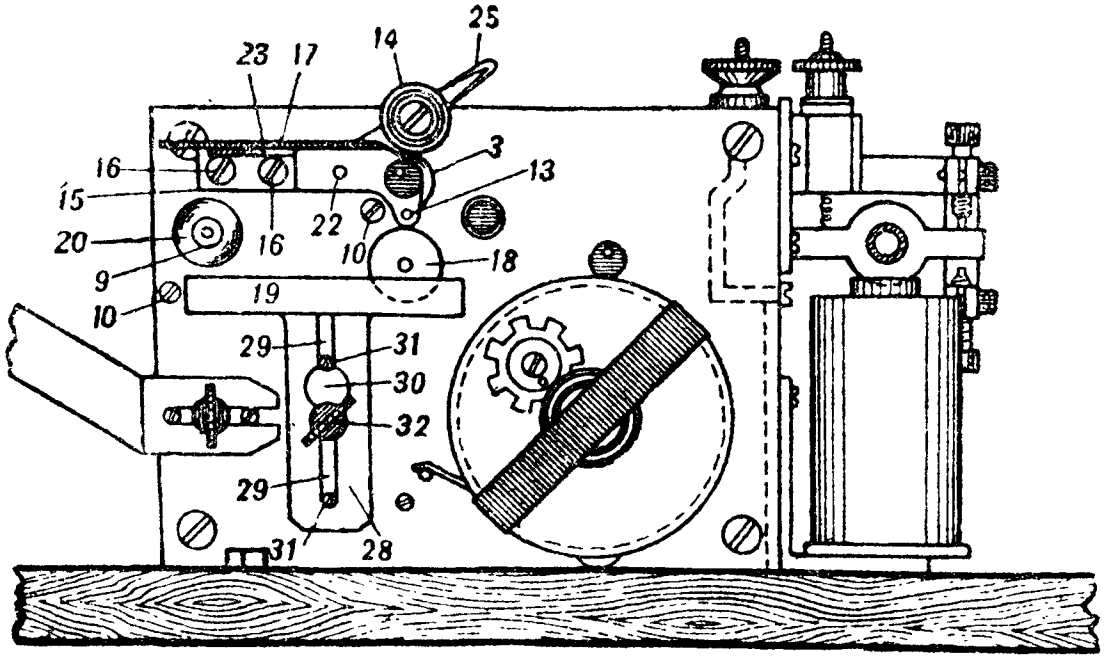


Рис. 129а. Лентопротяжное приспособление (вид спереди):

3 — лентопротяжный валик; *9* — лентонаправляющий валик; *10* — лентонаправляющие штифты; *13* — упорная ось; *14* — лентонажимной ролик; *15* — кронштейн; *16* — винты; *17* — полка; *18* — пишущий диск; *19* — чернильница; *20* — лентонаправляющие муфточки; *22* — ось рычага; *23* — пружина; *25* — рычаг; *28*—прилив чернильницы; *29* — вырез; *30* — отверстие; *31* — штифты; *32* — зажимной винт

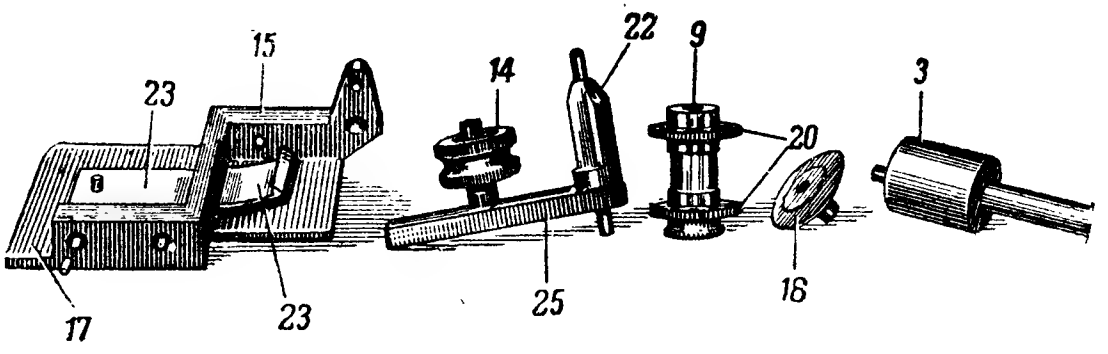


Рис. 129б. Части лентопротяжного приспособления:

3 — лентопротяжный валик; *9* — лентонаправляющий валик; *14* — лентонажимной ролик; *15* — кронштейн; *17* — полка; *18* — пишущий диск; *20* — лентонаправляющие муфточки; *22* — ось рычага; *23* — пружина; *25* — рычаг

На выступающем конце четвёртой оси часового механизма наглухо закреплён латунный лентопротяжный валик *3* с продольными бороздками на поверхности (рис. 129б). На валик надавливает эбонитовый лентонажимной ролик *14*, свободно вращающийся на своей оси. Ось рычага *25* помещается в гнёздах передней станины и латунного кронштейна. В средней части ось *22* имеет спиленную поверхность, на которую надавливает пружина *23*, благодаря чему лентонажимной ролик прижимается к лентопротяжному валику. При вращении лентопротяжного валика вращается и лентонажимной ролик, вследствие чего лента, помещённая между ними, протягивается. Когда лентонажимной ролик поднят, лента не протягивается.

Чтобы на ленте не размывались свежеотпечатанные знаки, на лентонажимном ролике имеется кольцевой выем.

Под лентопротяжным валиком помещена стальная (упорная) ось *13*, которая служит для упора ленты при отпечатывании на ней знаков.

Направляющее устройство (рис. 130) служит для направления ленты на лентопротяжный валик так, чтобы она проходила над пишущим колёсиком. Это устройство имеет лентонаправляющий валик *9* и два лентонаправляющих стержня *10*. Валик надет на ось, на которой он свободно вращается и удерживается зажимной гайкой *21*. На валик надеты с трением две на-

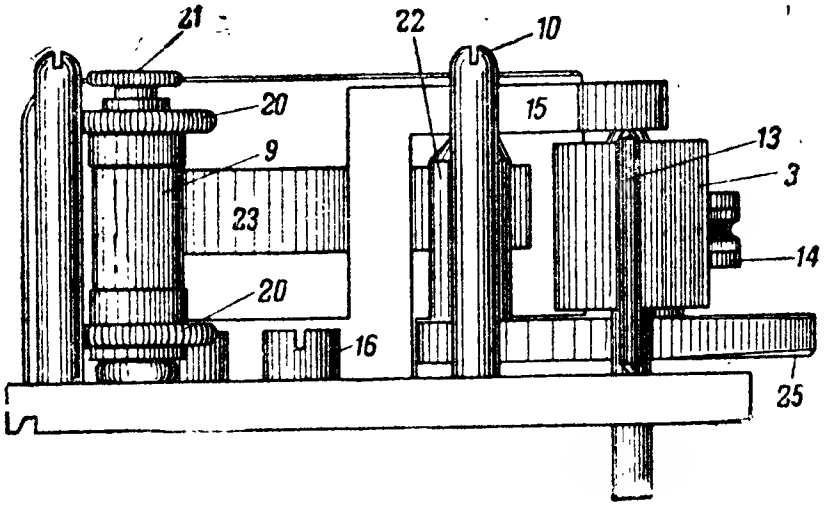


Рис. 130. Лентопротяжное приспособление (вид снизу):
3 — лентопротяжный валик; *9* — лентонаправляющий валик; *10* — лентонаправляющий штифт; *13* — упорная ось; *14* — лентонажимной ролик; *15* — кроиштейн; *16* — винты; *20* — ограничивающие муфточки; *21* — гайка; *22* — ось рычага; *23* — пружинка; *25* — рычаг

правляющие муфточки *20*. Если муфточки на валике перемещать в ту или иную сторону, соответственно будет перемещаться и лента относительно пишущего диска, что даёт возможность пропускать ленту для записи несколько раз.

Консоль с кругом для отработанной ленты. Консоль *7* (рис. 131а) имеет прорезь, посредством которой она прикрепляется к передней станине часового механизма винтом. Чтобы консоль занимала всегда определённое положение, в переднюю станину ввёрнуто два направляющих стержня.

Круг для отработанной ленты имеет два диска *1* и *2*. Оба диска надеваются на ось *3* кон-

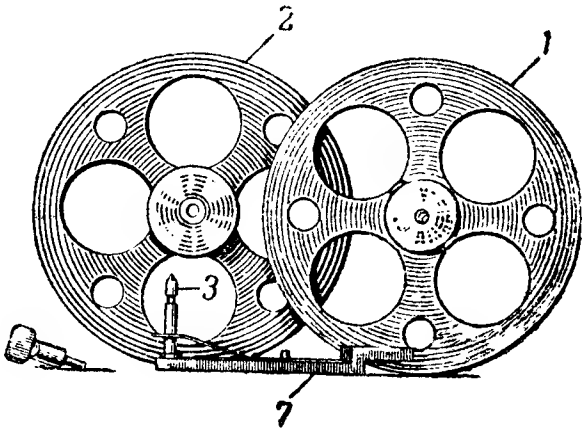


Рис. 131а. Консоль с кругом для отработанной ленты:
1 и *2* — круги; *3* — ось консоли; *7* — консоль

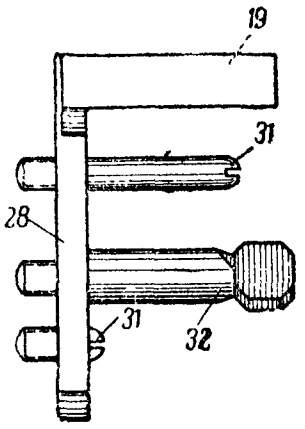


Рис. 131б. Чернильница:
19 — резервуар для краски; *28* — прилив чернильницы; *31* — направляющие штифты; *32* — крепящий винт

соли *7*. На стержне-оси диски удерживаются с помощью защёлки. Из тамбура чистая лента выводится через лентовыводящую щель, пропускается между направляющим стержнем и чернильницей, накладывается на лентонаправляющий ролик *9* (рис. 129) между его муфточками *20*, затем накладывается сверху стержня *10*, пропускается между пишущим диском *18* и упорной осью *13*. Дальше лента проходит между лентопротяжным валиком *3* и нажимным роликом *14* и наматывается на круг для отработанной ленты, насаженный на консоль *7*.

Чернильница. Резервуар для краски, или чернильница (рис. 131б и 129а), представляет собой продолговатую четырёхугольную латунную коробку *19* с приливом *28*. Прилив имеет продольный вырез *29* с круглым отверстием *30* посредине. Вырез *29* и два направляющих штифта *31* (ввёртываются в переднюю станину) сделаны с той целью, чтобы чернильница занимала всегда определённое положение.

Чернильница крепится к передней станине коробки часового механизма зажимным винтом *32*, на который надевается отверстием *30*. Чернильница располагается так, чтобы пишущий диск входил в задний большой вырез чернильницы и всё время смачивался налитой в чернильницу краской. Краску в чернильницу надо наливать через передний маленький вырез.

§ 47. УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЧАСТИ ПРИЕМНИКА И КЛЮЧА-ПЕРЕДАТЧИКА

Электромагнитная часть приёмника аппарата Морзе предназначена для приёма и записи на ленте знаков азбуки Морзе. Электромагнитная часть приёмника (рис. 132а) состоит из:

— электромагнита с приспособлением для подъёма и опускания;
— пишущего рычага с якорем;
— упорного кронштейна;
— натяжного приспособления.

Электромагнит с приспособлением для подъёма и опускания. В аппарате Морзе применяется электромагнит с двумя катушками. Обе катушки наглухо прикрепляются к специальному железному угольнику, который является также и магнитопроводом электромагнита.

Электромагнитная катушка устроена следующим образом. На железный трубчатый сердечник *1* (рис. 132б) плотно надета картонная гильза *2*; сверху и снизу сердечника надеты две деревянные щеки *3*. На гильзу наматывается обмотка *4* из изолированной шёлком медной проволоки диаметром 0,2 *мм*. На каждую катушку

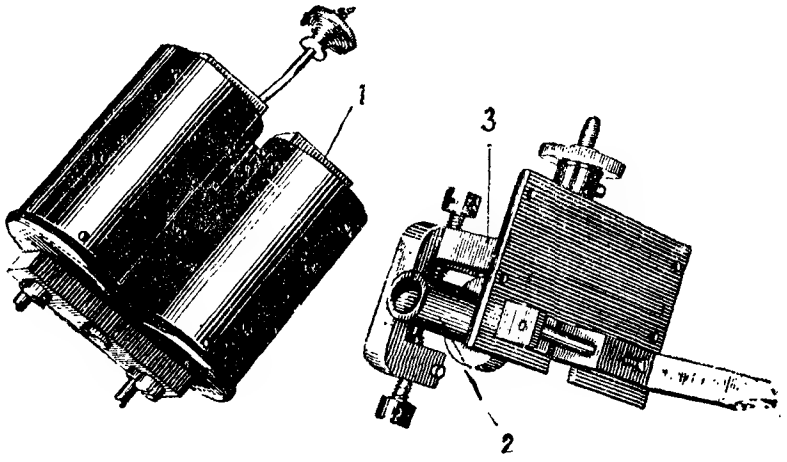


Рис. 132а. Электромагнит и упорный кронштейн с пишущим рычагом:

1 — электромагнит; *2* — якорь с пишущим рычагом; *3* — упорный кронштейн

наматывается 4 000—5 000 витков. Сопротивление обеих катушек 300 *ом*.

Катушки соединены между собой последовательно.

Концы обмоток пропускаются через нижнюю щеку катушки, причём наружные концы обмотки припаиваются к стержням *5*, ввёрнутым в щёку, а внутренние концы катушек спаиваются между собой. Стержни *5* катушек имеют винты *6*, к которым присоединяются проводники схемы аппарата.

Стержни, а также спаянные внутренние концы катушек пропущены через круглые отверстия, сделанные в горизонтальном колене железного угольника *10*, и изолированы от него фибровыми втулками *7*.

Сердечники катушек изготовлены из мягкого железа и представляют собой полые цилиндры с наружным диаметром 16 *мм*.

Вдоль сердечника сделана прорезь для уничтожения вредного влияния токов Фуко. На верхний конец сердечника навёрнута полюсная надставка *8*, а в нижней части сделана нарезка для ввёртывания винта *9*, скрепляющего катушку с железным угольником *10*.

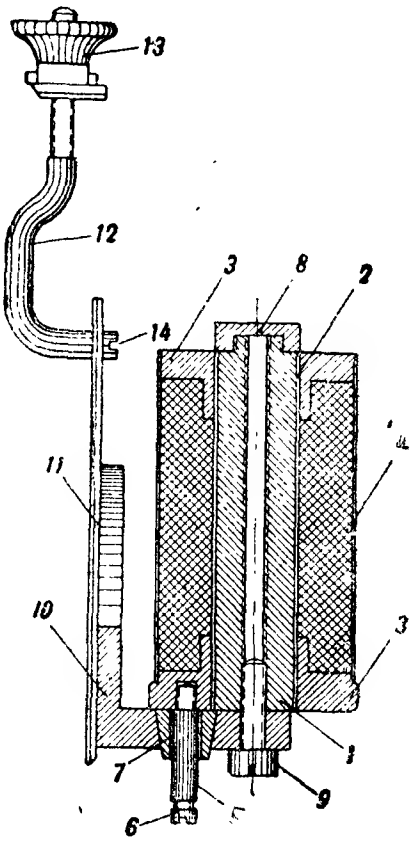


Рис. 132б. Разрез катушки электромагнита;

1 — сердечник; *2* — бумажная гильза; *3* — щёки катушки; *4* — обмотка; *5* — стержень; *6* — винт стержня; *7* — фибровая втулка; *8* — полюсная надставка; *9* — крепительный винт; *10* — железный угольник; *11* — подвижная пластина; *12* — изогнутый стержень; *13* — регулировочная гайка; *14* — винт

Винты, крепящие катушку к железному угольнику, нельзя ни чистить, ни заменять другими, они важны не только как крепящие винты, но и как магнитопроводники.

Как видим, два прямых электромагнита, скрепленные между собой железным угольником, образуют один электромагнит.

Железный угольник *10* прикреплён тремя винтами к подвижной боковой пластине *11* коробки часового механизма. В верхней части подвижной пластины одним винтом *14* привёрнут изогнутый стальной стержень *12*. Верхняя часть этого стержня оканчивается нарезкой, на которую навинчивается регулировочная гайка *13* со стальным ободком.

Стальной ободок гайки с двух сторон обхватывают две медные пластинки. Эти пластинки не позволяют гайке свёртываться со стержня во время её вращения. При вращении гайки поднимается или опускается изогнутый стержень, а вместе с ним и весь электромагнит.

Электрические данные электромагнита:

а) сопротивление обеих катушек — 300 *ом*;

б) самоиндукция при промежутке между якорем и полюсными надставками в 0,1 *мм* равна 15—17 *гн*;

в) электромагнит работает нормально при силе тока от 10 до 15 *ма*.

Пишущий рычаг с якорем. Пишущий рычаг с якорем (рис. 133) представляет собой двуплечий коленчатый рычаг *1*, насаженный на стальную ось *2*, вращающуюся в гнёздах

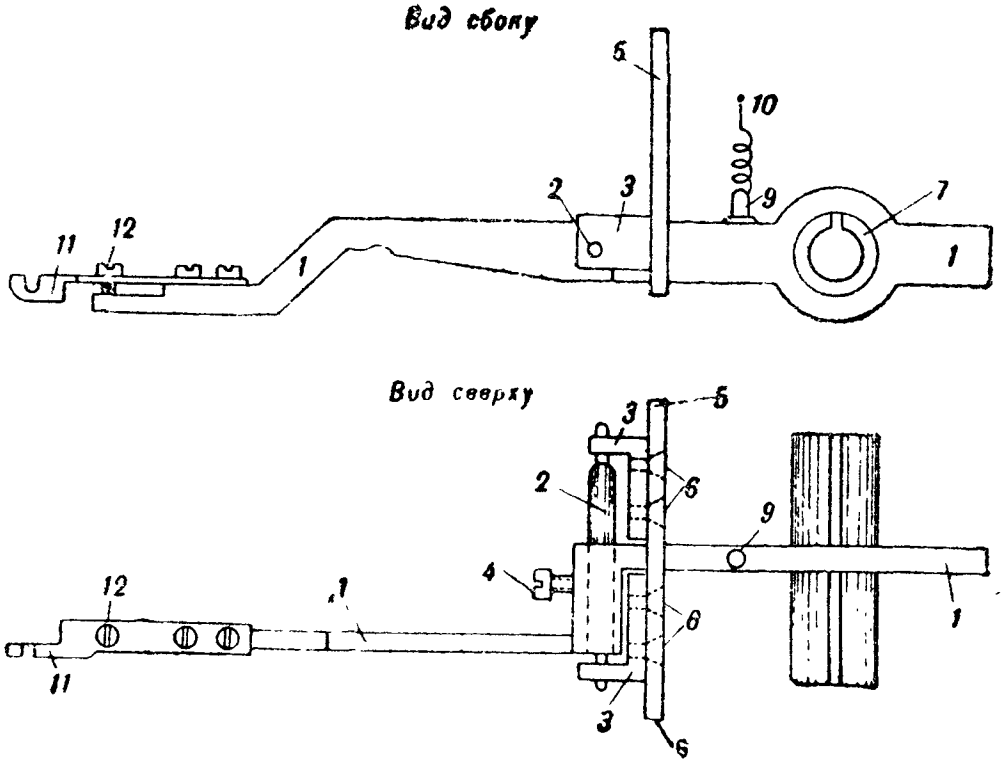


Рис. 133. Пишущий рычаг с якорем:

1 — пишущий рычаг; *2* — ось пишущего рычага; *3* — угольники; *4* — винт; *5* — боковая стенка; *6* — винты; *7* — якорь; *9* — ушко; *10* — пружина; *11* — плоская пружина; *12* — регулировочный винт

двух латунных угольников *3*. На оси пишущий рычаг закрепляется одним винтом *4*.

Латунные угольники, в которых вращается ось пишущего рычага, закреплены на неподвижной боковой стенке *5* коробки механизма двумя винтами *6* каждый. Правое плечо пишущего рычага имеет кольцеобразное расширение с отверстием, в которое вставлен якорь *7*.

Якорь изготовлен из мягкого железа и представляет собой трубку с наружным диаметром 14 *мм*, разрезанную по всей длине. Левее якоря в тело рычага ввёрнуто ушко *9*, за которое зацеплена одним концом спиральная пружина *10* натяжного приспособления.

На конце левого плеча пишущего рычага привинчена двумя винтами стальная плоская пружина *11* с крючком. В выемке крючка вращается шейка оси пишущего колёсика.

Чтобы пружину *11* можно было регулировать, конец рычага несколько спилен и разрезан и в сделанное в нём отверстие ввёрнут регулировочный винт *12*, закрепляемый после регулировки зажимным винтом.

Такое устройство конца пишущего рычага, с одной стороны, смягчает (амортизирует) удары пишущего колёсика об упорную ось, а с другой — расширяет пределы регулировки пишущего рычага.

Упорный кронштейн. Упорный кронштейн (рис. 134) имеет в левой части прилив *2*, посредством которого кронштейн крепится четырьмя винтами к неподвижной стенке коробки часового механизма. На этом приливе укреплено натяжное приспособление, состоящее из навинтованного стержня *3*, гайки *4* и пружины *10* и служащее для регулировки пишущего рычага. Правая часть упорного кронштейна имеет две полки: верхнюю *5* и нижнюю *6*, в которые ввёрнуты упорные винты *8*. Упорные винты закрепляются неподвижно стягиванием разрезных частей концов полок зажимными винтами *9*.

Правый конец пишущего рычага *1* находится между упорными винтами кронштейна. Нижний упорный винт позволяет отрегулировать рычаг так, что при опускании его правого плеча пишущий диск плотно касается ленты, но не задерживает её нормального

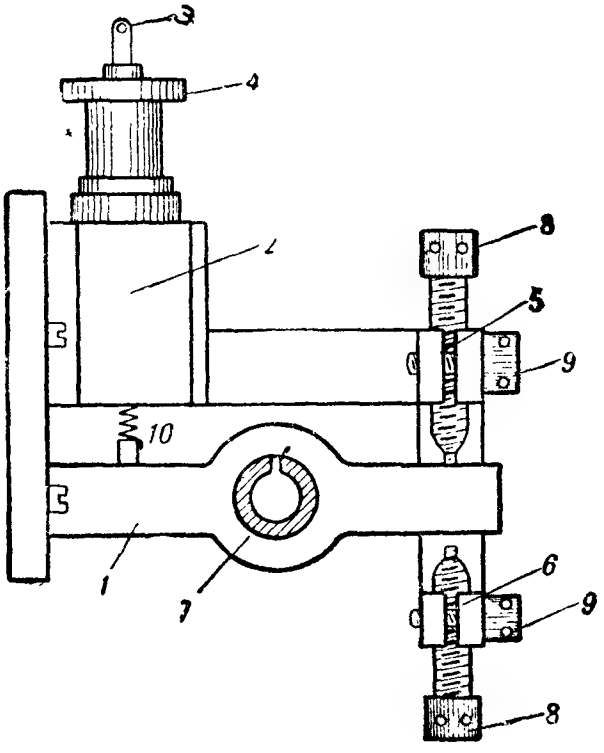


Рис. 134. Упорный кронштейн:
1 — пишущий рычаг; *2* — прилив кронштейна; *3* — навинтованный стержень; *4* — гайка; *5* — верхняя полка; *6* — нижняя полка; *7* — якорь; *8*—регулировочные упорные винты; *9* — зажимные винты; *10* — оттяжная пружина

движения. Верхним винтом устанавливают такой размах пишущего рычага, чтобы печать знаков получалась наиболее отчётливой. Ввёртыванием верхнего упорного винта якорь приближается к полюсным надставкам электромагнита, благодаря чему увеличивается его чувствительность.

Натяжное приспособление. Натяжное приспособление устроено следующим образом (рис. 135). В приливе *2* кронштейна сделано цилиндрическое отверстие, в которое сверху вставлена втулка *14*, укреплённая винтом. Сквозь втулку проходит стержень *9* с нарезкой и продольным пазом по всей длине. К нижнему концу стержня прицеплена оттяжная спиральная пружина *10*, которая своим вторым концом зацеплена за ушко на пишущем рычаге *1*.

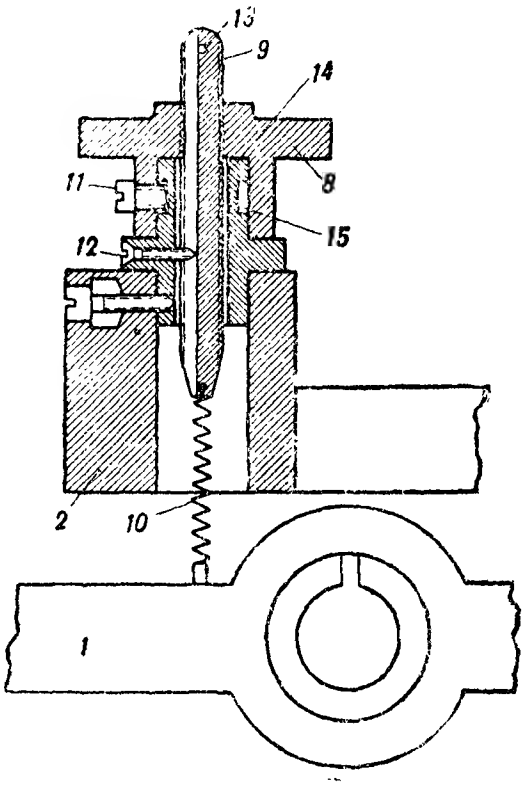


Рис. 135. Натяжное приспособление:

1 — пишущий рычаг; *2* — прилив кронштейна; *3* — регулировочная гайка; *9* — навинтованный стержень; *10* — пружина; *11* — винт; *12* — штифт; *13* — чека; *14* — втулка; *15* — круговая выточка

На верхний конец стержня навинчивается фасонная регулировочная гайка *8*. Втулка *14* прилива имеет круговую выточку *15*, в которую входит винт *11*, препятствующий продольному перемещению гайки. В продольный паз стержня *9* входит штифт *12*, препятствующий вращению стержня. Поэтому при вращении гайки *8* по часовой стрелке стержень поднимается и пружина растягивается, увеличивая натяжение пишущего рычага. При вращении регулировочной гайки *8* против часовой стрелки натяжение рычага уменьшается.

Ключ-передатчик. Для замыкания и размыкания электрической цепи в аппарате Морзе применяется специальный передатчик — ключ. Устройство ключа следующее (рис. 136).

На деревянном основании *П* установлена латунная стойка *С* и два латунных бруска *Б* с контактными пружинами *1*. Стойка имеет вид скобы, в вертикальных отростках которой сделано два отверстия для вставления конической стальной оси *О* рычага *Р*. В передней части рычаг имеет деревянную рукоятку *РК* и шестигранную призму *5* с платиновым или серебряным контактом *6*. В задней части рычаг имеет продольную прорезь и навинтованное отверстие, в которое ввёртывается контактный винт *7* также с серебряным контактом.

Чтобы контактный винт произвольно не вывёртывался, он закрепляется сжатием разрезной части рычага *Р* стопорным винтом *8*.

В середине рычага укреплена латунная трубка *Т*, посредством которой рычаг надевается на ось *О*. Рычаг вместе с трубкой закрепляется на оси наглухо стопорным винтом *4*. В рычаге сделаны два отверстия для пропуска стержней *СТ*. На стержни навёртываются регулировочные гайки *Г*. За нижние концы стержней зацеплены пружины *Ж*, вторые концы которых закреплены вин-

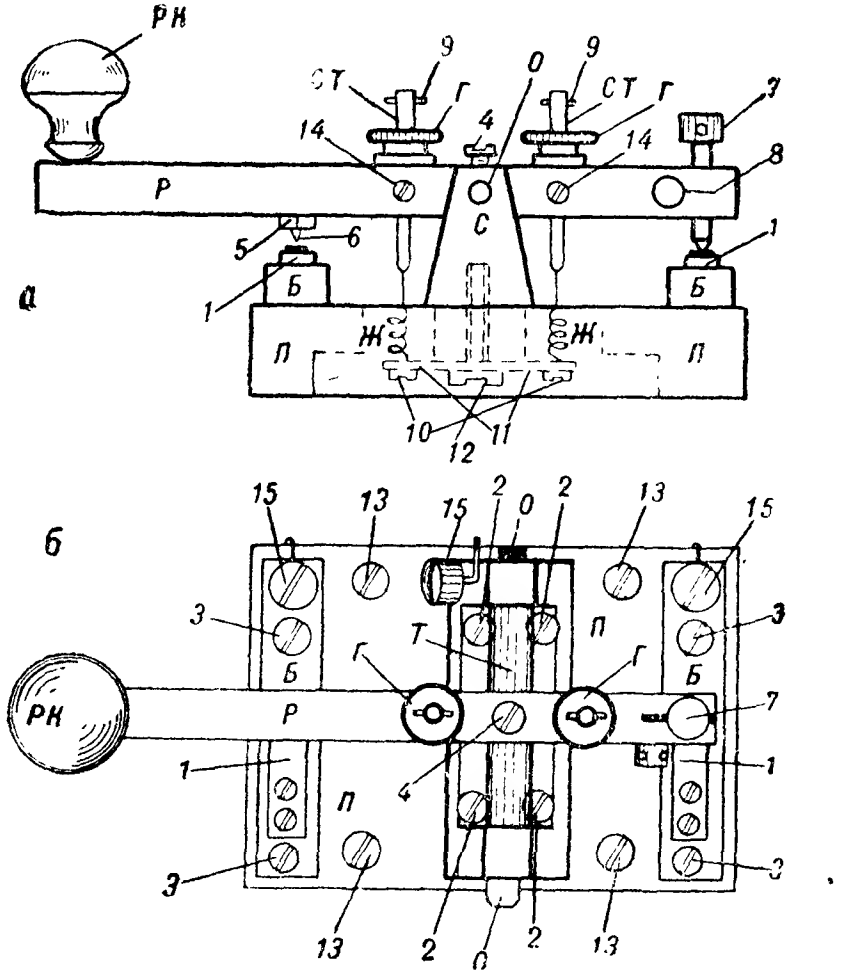


Рис. 136. Ключ передатчика аппарата Морзе:

а — вид сбоку; *б* — вид сверху;
1 — контактные пластины; *2* — крепящие винты стойки ключа; *3* — крепящие винты брусков; *4* — винт; *5* — передний контакт; *6* — серебряная напайка; *7* — задний контактный винт; *8* — зажимной винт; *9* — штифты; *10* винты; *11* — пластина; *12—13*, *14—15* —винты;
С — стойка ключа; *Р* — рычаг; *РК* — рукоятка ключа; *Б* — бруски; *Ж* — пружины; *О* — ось; *СТ* — стержни; *Т* — трубка; *П* — основание ключа; *Г* — гайки

тами *10* в пластине *11*. Пластина *11* укреплена снизу основания *П* винтом *12*, ввёрнутым в стойку. Стержни и пружины служат для установки ключа на постоянный или рабочий ток. Чтобы ключ произвольно не менял установленного положения, стержни закрепляются наглухо винтами *14*.

Для присоединения к ключу схемных проводников в брусках и стойке ввёрнуты зажимные винты *15*.

§ 48. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И ЦОКОЛЬ АППАРАТА МОРЗЕ

К вспомогательным приборам относятся:
— гальваноскоп или миллиамперметр;
— молниеотвод;
— переключатель тока;
— зажимы для включения аппарата.

Гальваноскоп. Принцип действия гальваноскопа основан на взаимодействии двух магнитных полей, из которых одно образовано постоянным магнитом гальваноскопа, а второе — электрическим током, проходящим по его катушке.

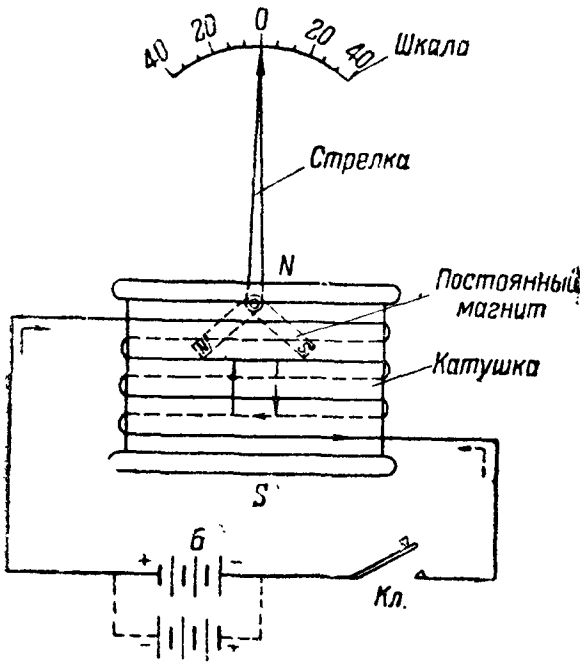


Рис. 137а. Принцип действия гальваноскопа

Разберём схему рис. 137а, на которой показаны: *Б* — батарея, *Кл*—ключ, шкала гальваноскопа, стрелка прибора и катушка с обмоткой. Стрелками на схеме указано направление тока от батареи в соответствии с полярностью. Если мы замкнём ключ *Кл*, то по катушке потечёт ток (допустим, сверху вниз) и вокруг неё образуется магнитное поле, при этом северный полюс N будет вверху катушки, а южный S — внизу. Тогда направление линий сил поля внутри катушки будет таким, как отмечено сплошной стрелкой. Так как линии сил поля постоянного магнита имеют противоположное направление (от полюса N' к полюсу S'), то в результате алгебраического сложения линий сил обоих полей магнит повернётся вокруг своей оси по часовой стрелке, так же повернётся и стрелка прибора.

Если мы изменим направление тока в катушке, изменится и направление линий сил поля внутри катушки (оно теперь будет таким, как отмечено на чертеже пунктирной стрелкой). Но линии сил постоянного магнита остались прежними, следовательно, при взаимодействии полей они будут стремиться складываться в одном направлении и, следовательно, магнит повернётся теперь против часовой стрелки; соответственно повернётся и стрелка прибора.

Ясно, что сила взаимодействия магнитных полей катушки и постоянного магнита будет тем больше, чем больше магнитное поле катушки (магнитное поле магнита постоянно). Но так как магнитное поле катушки зависит от силы проходящего по ней тока, то чем больше ток, тем сильнее будет взаимодействие полей и тем на больший угол отклонится стрелка от нулевого положения.

Устройство гальваноскопа (рис. 137б). На деревянном основании *1* помещена катушка *2* с обмоткой из проволоки, изолированной шёлком. Диаметр проволоки 0,2 *мм*, количество витков 850, сопротивление катушки 40 *ом*.

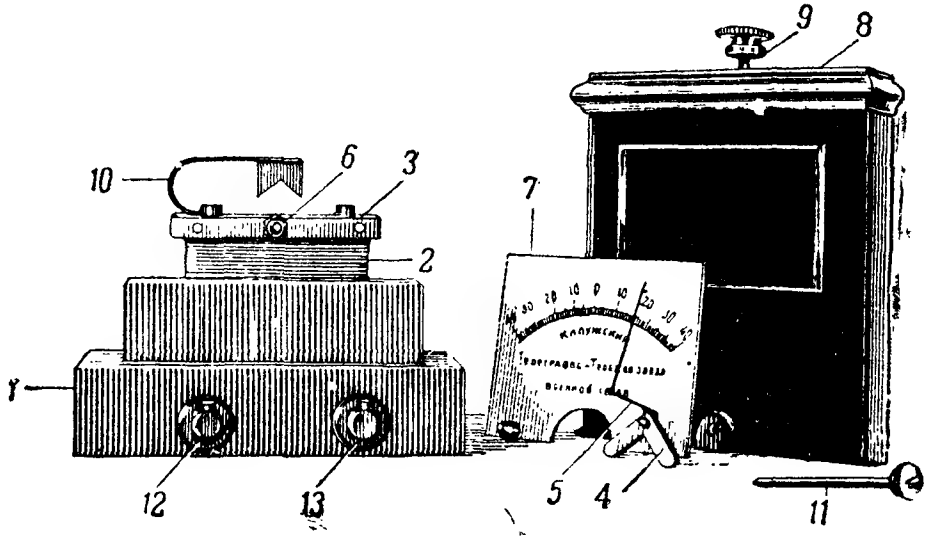


Рис. 137б. Гальваноскоп:

1 — основание; *2* — катушка гальваноскопа; *3* — пластина; *4* — постоянный магнит; *5* — стрелка-указатель; *6* — винты; *7* — шкала; *8* — чехол; *9* — стержень; *10* — тормозная пружина; *11* — чека; *12* и *13* — зажимные винты

Катушка прикреплена к основанию двумя винтами. На верхнюю часть катушки наложена латунная пластина *3* с крестообразным вырезом. Внутри пластины помещается подвижная система. Подвижная система состоит из магнита *4* в виде угольника, указателя *5* и оси. Ось подвижной системы с обоих концов заострена на конус с целью уменьшения трения при её вращении в подшипниках.

Подшипниками для оси являются два винта *6*, ввёрнутые в тело латунной пластины *3*. Задним винтом можно регулировать зазор оси, ввёртывая и вывёртывая его. Найдя нужное положение винта, его закрепляют контргайкой.

К латунной пластине привёрнута латунная пластинка *7* с бумажной шкалой на 40 делений. Нуль шкалы находится точно посредине её.

Весь гальваноскоп покрывается металлическим чехлом *8* с застеклённым вырезом, через который видна шкала. Внутри чехла имеется тормозной стержень *9*, который затормаживает подвижную систему при перевозках. Когда стержень ввёртывают, он нажимает на специальную тормозную пружину *10* и она своим седлом обхватывает подвижную систему гальваноскопа. Чехол закрепляется на основании гальваноскопа штифтом-чекой *11*. Концы катушки гальваноскопа выведены к двум клеммам *12* и *13*, к которым присоединяются проводники от схемы аппарата. Гальваноскоп устанавливается на верхней доске аппарата и крепится к ней двумя шурупами.

Нормально гальваноскоп работает в пределах от 10 до 20 делений шкалы.

Миллиамперметр. В аппарате Морзе образца 1936, 1938 и 1944 гг. вместо гальваноскопов применены миллиамперметры магнитоэлектрической системы, которые показывают направление тока в цепи, а также его силу в миллиамперах.

Принцип действия миллиамперметра аппаратов Морзе основан на взаимодействии двух магнитных полей: поля подвижной катушки, по которой проходит ток, и поля постоянного магнита.

Общий вид устройства миллиамперметра аппарата Морзе образца 1944 г. показан на рис. 138. Миллиамперметр имеет: четыре постоянных магнита *1*, сложенных одноимёнными полюсами; подвижную систему *2*, состоящую из вращающейся катушки, противодействующей пружины и указателя стрелки *3*; двухстороннюю равномерную шкалу на 60 *ма* с нулём по середине шкалы (60—0—60); эбонитовое основание *4*, на котором крепятся постоянные магниты, подвижная система и шкала прибора; две латунные пластинки *5*, с помощью которых миллиамперметр включается в схему аппарата Морзе, и футляр *6*, предохраняющий прибор от загрязнений и повреждений.

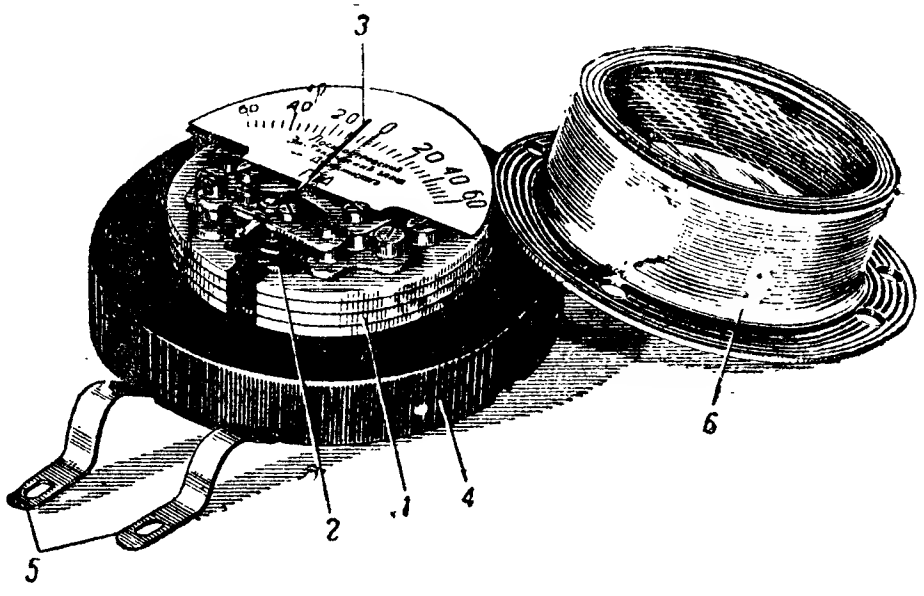


Рис. 138. Миллиамперметр:

1 — постоянные магниты; *2* — подвижная система — рамка; *3* — стрелка; *4* — основание; *5* — контактные латунные пластины; *6* — металлический кожух (футляр)

Подвижная система миллиамперметра размещена между полюсами постоянных магнитов так, что стрелка стоит на нулевом делении шкалы (на 0), когда по катушке не проходит ток. При прохождении тока по катушке она поворачивается, и чем больше ток, тем больше поворот катушки и стрелки. Если стрелка отклоняется влево от нуля шкалы, по катушке проходит ток плюсового направления, если же стрелка отклоняется вправо от нуля — по катушке проходит ток минусового направления. Каждое деление шкалы соответствует 4 *ма*. Например, стрелка отклонилась вправо на 4 деления шкалы — это значит, что в цепи проходит ток 16 *ма*.

Миллиамперметром надо пользоваться только при испытаниях и проверках силы тока в цепи, в остальное время он должен быть выключен из цепи. Для выключения прибора надо в гнездо между его ламелями вставить штепсель (миллиамперметр закорочен).

Молниеотвод. Молниеотвод служит для защиты телеграфиста и приборов аппарата от опасного действия грозовых разрядов. Как правило, молниеотвод включается перед аппаратом и параллельно ему между проводом и землёй. На рис. 139а дана принципиальная схема включения молниеотвода. Расстояние между пластинами *1* и *2* незначительно. Токи грозового разряда — высокого напряжения и частоты — встречают в катушках аппарата большое индуктивное сопротивление и уходят в землю через воздушный промежуток между остриями.

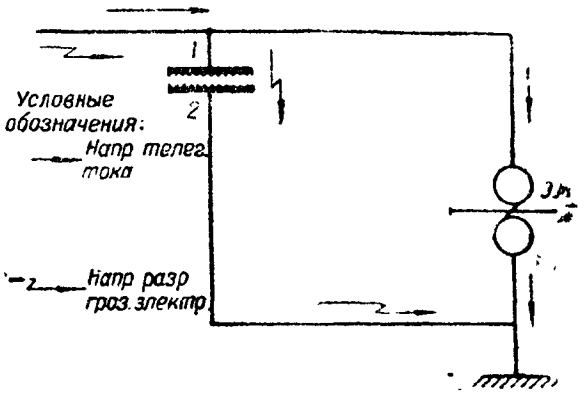


Рис. 139а. Схема включения молниеотвода:
1 и *2* — пластины молниеотвода

Устройство молниеотвода следующее (рис. 139б). К эбонитовой пластине *1* привернуто латунное основание *2*, имеющее форму скобы. На основание положена эбонитовая прокладка *3*, на которую уложены две латунные линейные пластины $П_1$ и $П_2$

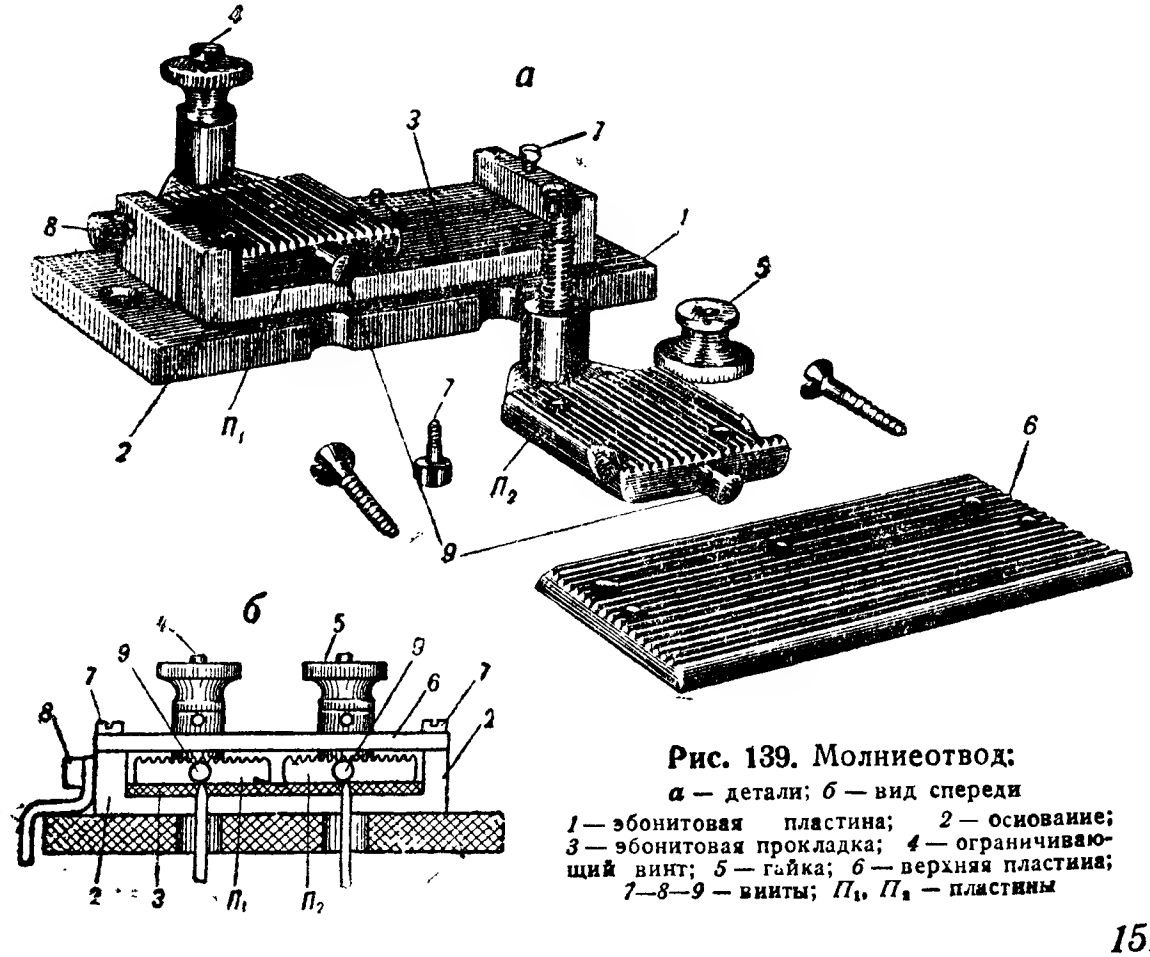


Рис. 139. Молниеотвод:
а — детали; *б* — вид спереди
1 — эбонитовая пластина; *2* — основание; *3* — эбонитовая прокладка; *4* — ограничивающий винт; *5* — гайка; *6* — верхняя пластина; *7—8—9* — винты; $П_1$, $П_2$ — пластины

с продольными бороздками и вырезами. Вырезы в пластинах и латунном основании образуют три гнезда. Пластины прикреплены винтами к эбонитовой пластине так, что они изолированы и от основания и друг от друга, для чего крепительные винты пропущены через изолирующие втулки, вставленные в основание молниеотвода. Пластины $П_1$ и $П_2$ лежат несколько ниже боковых сторон основания, поэтому между наложенной сверху пластиной *6* (также с бороздками, перпендикулярными бороздкам линейных пластин, и тремя отверстиями) и пластинами $П_1$ и $П_2$ образуются как бы острия с небольшим воздушным промежутком (0,15 *мм*). Такой пластинчатый молниеотвод при напряжении в 600—800 *в* будет уже пробит.

Пластина *6* крепится к латунному основанию двумя винтами *7* и таким образом имеет с ним металлическое соединение.

Сбоку латунного основания имеется винт *8*, под который поджимается земляной провод схемы от зажима *3* аппарата.

На пластинах $П_1$ и $П_2$ имеется по одному винту *9* для включения молниеотвода в схему аппарата и зажимы *4* и *5* для включения линейного провода.

К молниеотводу придаются два штепселя, которые совместно с тремя гнёздами, образованными пластинами $П_1$ и $П_2$ и основанием, составляют линейный переключатель, предназначенный для простейших переключений. При вставлении штепселя в левое гнездо (см. рис. 119б) соединяется с землёй через основание пластина $П_1$. При вставлении штепселя в правое гнездо с землёй соединяется пластина $П_2$. При вставлении штепселя в среднее гнездо пластины $П_1$ и $П_2$ соединяются между собой накоротко. При вставлении штепселей в правое и левое гнёзда одновременно заземляются пластины $П_1$ и $П_2$. В этом и заключается сущность работы линейного переключателя.

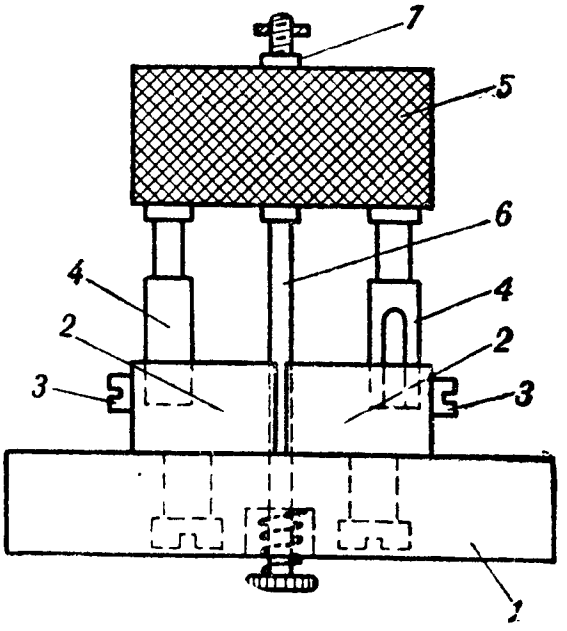


Рис. 140. Переключатель тока:
1 — эбонитовое основание; *2* — ламели; *3* — винты; *4* — ножки вилки; *5* — рукоятка вилки; *6* — стержень; *7* — гайка

Молниеотвод крепится к деревянному цоколю аппарата двумя шурупами.

Переключатель тока. Переключатель тока (рис. 140) в аппарате Морзе предназначен для быстрого перехода от схемы постоянного тока на схему рабочего тока (или наоборот) без каких-либо переделок в аппарате. Устройство переключателя следующее. К эбонитовому основанию *1* привёрнуты четыре латунные фасонные пластинки-ламели *2*, каждая из которых имеет сбоку винт *3* для присоединения к ней схемного проводника. Ламели переключа-

теля расположены так, что между ними имеется небольшой воздушный зазор и, кроме того, выемы ламелей образуют гнёзда *Р,Р* и *П,П* (см. рис. 144). В эти гнёзда вставляются ножки *4* переключающей вилки с эбонитовой рукояткой *5*. На вилку нажимает спиральная пружина, надетая на стержень *6* в нижней его части; в верхней части стержня навинчена гайка *7*, благодаря чему ножки дают плотный контакт с гнёздами.

Для установки переключателя на постоянный ток вилку вставляют в гнёзда *П,П*, а для установки на рабочий ток вилку надо поставить в гнёзда *Р,Р*.

Зажимы для включения. В аппарате имеется пять зажимов («+», «—», *З*, $П_1$ и $П_2$), из которых $П_1$ и $П_2$ расположены на линейных пластинах $П_1$ и $П_2$ молниеотвода, а зажимы «+», «—» и *З* смонтированы на отдельной эбонитовой основе (см. рис. 119б и в), *прикрепляемой к цоколю аппарата двумя шурупами. Зажим* представляет собой латунный стержень (колонку) *2* с зажимной гайкой *3*. Зажим укреплён на латунной пластинке *1*. Для присоединения схемных проводников на латунных пластинках имеется по одному винту *5*. Чтобы гайки не свёртывались совсем, в стержень ввёрнут ограничивающий винт *4*.

Цоколь аппарата с тамбуром для чистой ленты

Все части аппарата укреплены на верхней доске (рис. 141) цоколя аппарата. С внутренней стороны верхней доски цоколя

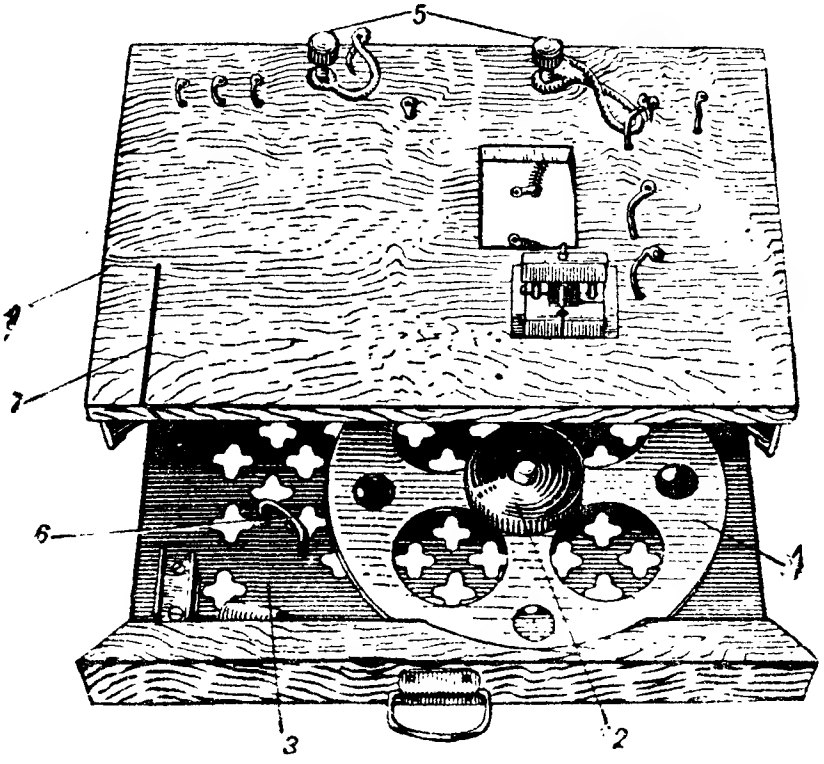


Рис. 141. Цоколь аппарата Морзе с тамбуром для чистой ленты:

1 — круг для ленты; *2* — деревянный кружок; *3* — осиование тамбура; *4* — цоколь аппарата; *5* — штепсели; *6* — направляющая дужка; *7* — прорезь для ленты

смонтирована схема аппарата Морзе. В пазы нижней части цоколя вставлен тамбур с кругом для чистой телеграфной ленты. Снизу цоколь закрывается фанерной доской. На рис. 141 показаны два штепселя, используемые для переключения в молниеотводе.

§ 49. СХЕМЫ АППАРАТА МОРЗЕ

Симплексное телеграфирование на аппарате Морзе может быть как токами одного, так и токами двух направлений. Телеграфирование токами одного направления осуществляется по двум принципиально отличающимся схемам, а именно:

1) по схеме постоянного тока и
2) по схеме рабочего тока.

Рассмотрим эти схемы, так как они являются основными при симплексном телеграфировании.

Схема постоянного тока (рис. 142). Токопрохождение по схеме следующее: плюс батареи E_1, передний контакт ключа K_1, рычаг и стойка ключа K_1, электромагнит $Э_1$, гальваноскоп $Г_1$, линия, гальваноскоп $Г_2$, электромагнит $Э_2$, стойка и рычаг ключа K_2, передний контакт ключа K_2, батарея E_2, заземление $З_2$, земля, заземление $З_1$, минус батареи E_1. Из схемы токопрохождения видно, что ток проходит последовательно все приборы, входящие в схему.

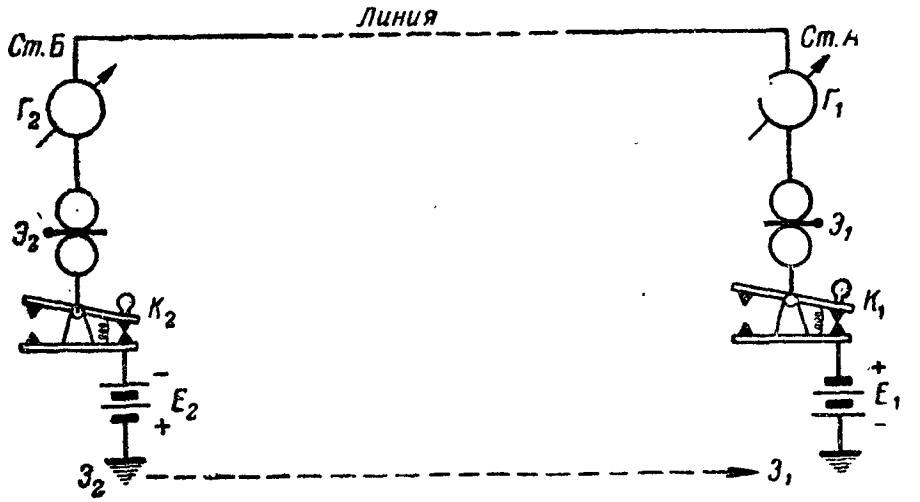


Рис. 142. Принципиальная схема двух станций с аппаратами Морзе на постоянном токе

Схема постоянного тока характеризуется следующими особенностями:

1. Все приборы, входящие в схему, соединяются последовательно, т. е. ток в этой схеме проходит все приборы как станции *А*, так и приборы станции *Б*.

2. Передние контакты ключей постоянно замкнуты, а задние разомкнуты. Перед началом работы надо сначала поднять ключ.

3. Источник тока (батарея) может быть установлен как на одной, так и на обеих станциях (вообще на любой из станций,

включённых в данную цепь). В том случае, когда источник тока расположен на обеих станциях, включать его надо (обязательно) последовательно, для чего на одной станции заземляется плюс, а на другой — минус.

4. На обеих станциях электромагниты срабатывают независимо от того, какая из станций ведёт передачу, т. е. при схеме постоянного тока осуществляется контроль своей работы.

5. Независимо от того, ведут передачу или нет, в цепи постоянно циркулирует ток, откуда и название «схема на постоянном токе», благодаря чему линия всё время находится под током, и поэтому всякое изменение, происшедшее на линии, немедленно будет отмечено гальваноскопами обеих станций. Это обеспечивает постоянный надзор за линией.

Схема рабочего тока (рис. 143). Токопрохождение по схеме следующее (допустим, что передаёт станция *А*): плюс батареи E_1, передний контакт ключа K_1, рычаг и стойка ключа K_1, гальваноскоп $Г_1$, линия, гальваноскоп $Г_2$, стойка и рычаг ключа K_2, задний контакт ключа K_2, электромагнит $Э_2$, заземление $З_2$, земля, заземление $З_1$, минус батареи E_1.

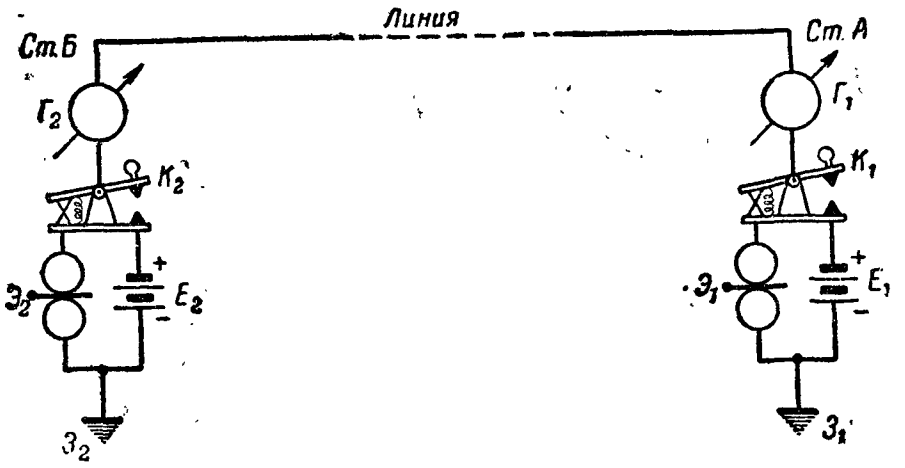


Рис. 143. Принципиальная схема двух станций с аппаратами Морзе на рабочем токе

Из схемы токопрохождения видно, что на станции *А* через электромагнит $Э_1$ ток не проходит и, следовательно, нет контроля своей работы.

Схема рабочего тока характеризуется следующими особенностями:

1. Передние кочтакты ключей разомкнуты, а задние замкнуты; с началом работы надо нажать на ключ.

2. Источник тока должен быть обязательно на каждой станции, так как при работе какой-либо станции в цепь включается только её батарея.

3. Напряжение источников тока на каждой станции должно быть достаточным для поддержания нормальной силы тока во всей цепи, поэтому суммарное количество элементов устанавли-

вается на обеих станциях значительно больше, чем при постоянном токе.

4. При работе срабатывает электромагнит только на приёмной станции, т. е. нет контроля своей работы.

5. Ток в цепи появляется только во время работы, при отсутствии же работы тока в цепи нет и, таким образом, линия не контролируется.

6. Расход тока меньше, чем при схеме постоянного тока (см. п. 1).

7. При переходе со схемы рабочего на схему постоянного тока необходимо часть батареи выключать.

Оценка схем на постоянном и рабочем токах. В схеме рабочего тока надо на каждой станции ставить свою батарею, напряжение которой должно быть рассчитано на всю цепь. Таким образом, общее число элементов, устанавливаемых на всех станциях цепи, будет равно произведению числа элементов, установленных на одной станции, на количество станций данной цепи.

По схеме постоянного тока число элементов в батарее на всю цепь берётся равным числу элементов, устанавливаемых только на одной станции, работающей по схеме рабочего тока. Следовательно, суммарное число элементов при работе по схеме на постоянном токе значительно меньше, чем при работе по схеме рабочего тока. Аппарат, работающий по схеме постоянного тока, можно питать от батареи, установленной на одной станции. Например, аппарат на станции дивизии может питаться током от батареи, установленной на телеграфной станции корпуса.

Схема постоянного тока имеет то удобство, что в любом месте провода можно включиться аппаратом Морзе для работы и без батареи; это важное преимущество схемы постоянного тока имеет большое значение в условиях военной связи.

При повреждениях линии преимущество имеет такая цепь, у которой батареи расположены на каждой станции, так как в этом случае нет полной потери связи; часть станций может продолжать работать на неповреждённом участке линии. Вследствие этого и при схеме постоянного тока целесообразнее разместить батареи на каждой станции.

Расчёты показывают, что дальность действия по схеме рабочего тока больше, нежели по схеме постоянного тока. На постоянных воздушных линиях за нормальную дальность принимают для схемы рабочего тока 800 *км*, а для схемы постоянного тока 700 *км*.

Имея в виду, что протяжённость линий, по которым поддерживается связь аппаратами Морзе, невелика и что контроль своей работы является важнейшим фактором, в армейских условиях работают (за редким исключением) по схеме постоянного тока. Работа по схеме рабочего тока осуществляется при дуплексной передаче и на станциях с небольшим обменом при условии, что контроль за линией хорошо обеспечен.

Схема аппарата Морзе военного образца. Схема аппарата Морзе составлена так, что она допускает работу на постоянном или на рабочем токе (рис. 144).

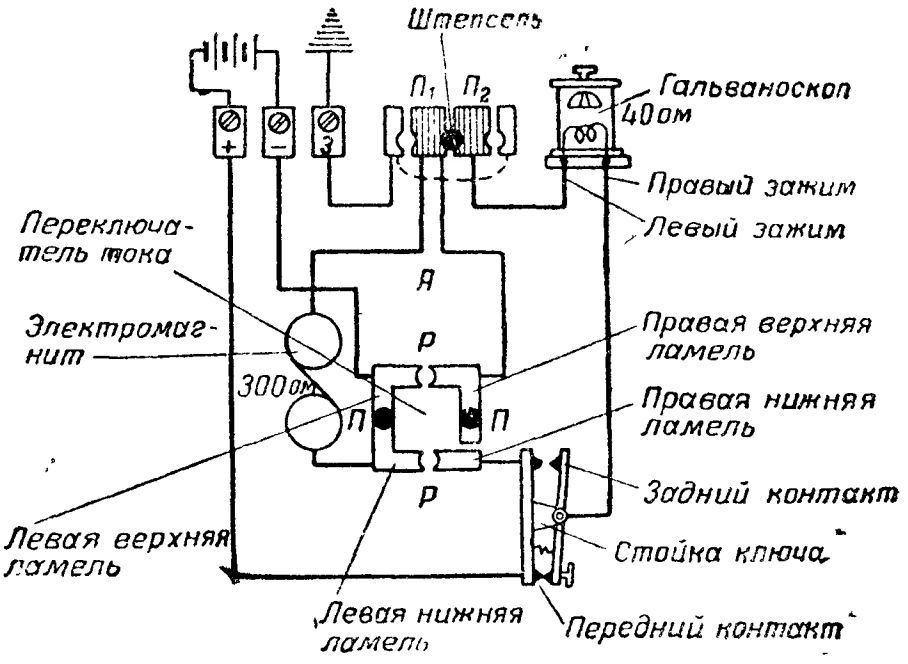


Рис. 144. Схема аппарата Морзе военного образца

Для работы на постоянном токе надо вилку переключателя тока вставить в гнёзда, отмеченные буквами *П,П,* а ключ отрегулировать так, чтобы замыкался передний контакт его. Если же вилку переключателя вставить в гнёзда, отмеченные буквами *Р,Р,* а ключ отрегулировать так, чтобы замыкался задний контакт, то схема будет переведена на рабочий ток.

Токопрохождение по схеме на постоянном токе разберём для следующих, встречающихся на практике, случаев:

— аппарат работает «на себя»;

— аппарат работает в линию.

Аппарат работает «на себя». Для работы «на себя» ключ устанавливается на постоянный ток (передний контакт замкнут, а задний разомкнут).

Вилка переключателя тока устанавливается на постоянный ток. К зажимам «+» и «—» подключается батарея напряжением 4—6 *в,* а штепсель в молниеотводе ставится в среднее гнездо.

Токопрохождение по схеме (рис. 144) будет следующим: плюс батареи, зажим «+», передний контакт ключа, рычаг и стойка ключа, правый зажим гальваноскопа, обмотка гальваноскопа, левый зажим гальваноскопа, пластина $П_2$ молниеотвода, штепсель, пластина $П_1$ молниеотвода, обмотка электромагнита, левые нижняя и верхняя ламели переключателя, зажим «—», минус батареи.

Аппарат работает в линию (рис. 145). При включении аппарата на оконечной станции возможны два случая включения провода. Первый случай, когда провод включён в зажим $П_2$, и второй случай, когда провод включён в зажим $П_1$. Оба указанных случая показаны на рис. 145, где соединены три аппарата, работающих между собой. При этом включение линии на станции *А* относится к первому случаю, а на станции *В* ко второму случаю.

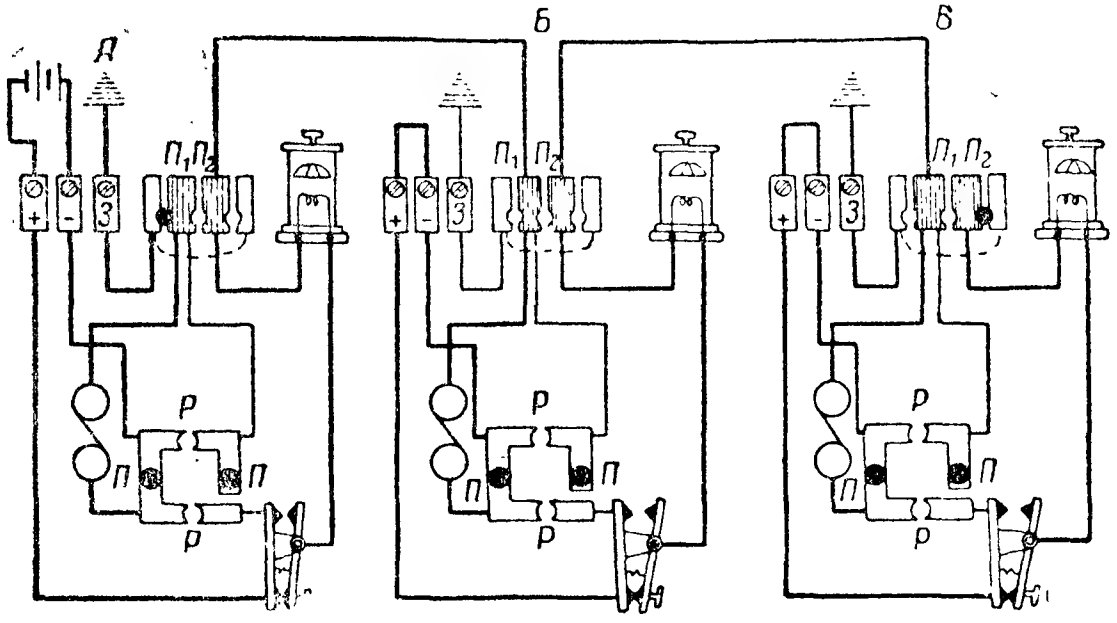


Рис. 145. Схема трёх станций Морзе на постоянном токе

Как видно из схемы (рис. 145), ключи и вилки переключателей на всех станциях поставлены на постоянный ток. Штепсель в молниеотводе на станции *А* поставлен в гнездо $П_1$, а на станции *В* в гнездо $П_2$, на станции *Б* штепсели не ставятся. Батарея установлена на одной станции.

Разберём, как проходит ток по схеме рис. 145 при условии, что передаёт станция *А*, а станции *Б* и *В* только принимают.

Цепь тока на станции *А*: плюс батареи, зажим «+», передний контакт ключа, рычаг и стойка ключа, гальваноскоп, пластина $П_2$ молниеотвода и по линии — на станцию *Б*.

Цепь тока на станции *Б*: линия, пластина $П_1$ молниеотвода, обмотка электромагнита, левые ламели переключателя тока, зажим «—», зажим «+», передний контакт ключа, рычаг и стойка ключа, гальваноскоп, пластина $П_2$ молниеотвода и по линии на станцию *В*.

Цепь тока на станции *В*: линия, пластина $П_1$, обмотка электромагнита, левые ламели переключателя тока, зажим «—», зажим «+», передний контакт ключа, рычаг и стойка ключа, гальваноскоп, пластина $П_2$, штепсель, основание молниеотвода, земля. Землёй ток пройдёт на станцию *А* по следующей цепи: зажим *З*, основание молниеотвода, штепсель, пластина $П_1$, обмотка электромагнита, левые ламели переключателя тока, зажим «—», минус батареи станции *А*.

Надо помнить, что когда батареи устанавливаются на всех станциях, работающих по схеме постоянного тока, то провод на одной станции включают в зажим $П_2$, а на другой в зажим $П_1$. Если провод будет включён в одноимённые зажимы (безразлично в $П_1$ или $П_2$), токи будут направлены друг другу навстречу и в цепи тока не будет, иначе говоря, работа станций будет нарушена.

На промежуточной станции *Б* никаких штепселей не ставится. Чтобы с промежуточной станцией *Б* можно было производить разного рода поверки и испытания, а также для защиты от грозовых разрядов, в аппарат станции *Б* включено заземление.

Заземление не включается в цепь, когда станции работают между собой.

Отметим следующие, возможные на практике случаи использования схемы рис. 145:

1. Станция *А* работает со станцией *В* (на промежуточной станции провод поставлен «на прямое»).

2. Станция *А* работает со станцией *Б*.

Когда станция *А* работает со станцией *В*, на промежуточной станции штепсель ставится в среднее гнездо молниеотвода и, следовательно, ток в схему аппарата промежуточной станции не заходит. Если промежуточная станция имеет свою батарею, то она в этом случае будет работать «на себя», предварительно уменьшив батарею до 4—6 *в*.

Когда станция *А* работает со станцией *Б*, на промежуточной станции ставится штепсель в гнездо $П_2$ молниеотвода и, таким образом, провод со стороны станции *В* заземлён. Если станция *В* имеет свою батарею, она будет работать «на себя» через провод, заземлённый на станции *Б*.

Когда станция *Б* (если она имеет батарею) работает со станцией *В*, на промежуточной станции ставится штепсель в гнездо $П_1$ молниеотвода, т. е. теперь заземлён провод к станции *А*.

При работе по схеме рабочего тока (рис. 143) аппарат «на себя» включать нельзя. Если мы поставим штепсель в среднее отверстие громоотвода, то ток при работе будет проходить только обмотку гальваноскопа и схемные проводники. При этом общее сопротивление цепи будет мало, ток будет очень большим и стрелка гальваноскопа, сильно отклоняясь, может поломаться. Кроме того, быстро израсходуется источник тока и обгорят контакты ключа.

Для всех нижеразбираемых схем токопрохождения переключатель тока надо устанавливать на рабочий ток (вилка в гнёздах *Р,Р*), ключ должен быть замкнут на задний контакт, линейный провод можно включить в любой из зажимов — $П_1$ или $П_2$, а штепсель в молниеотводе вставляется в гнездо, противоположное зажиму, к которому присоединена линия.

Рассмотрим схему рабочего тока для случаев, когда мы передаём и когда принимаем, так как цепи тока для этих случаев будут различными. Запомним, что при передаче ключ нажат (замкнут

передний контакт, а задний разомкнут), а при приёме ключ не нажат (замкнут задний контакт, а передний разомкнут). Будем также иметь в виду, что при передаче цепь питается током от нашей батареи, а при приёме ток поступает в наш аппарат с линии.

Цепь тока при передаче (рис. 146) будет следующей: плюс батареи, зажим «+», передний контакт ключа, стойка ключа, гальваноскоп, пластина $П_2$ молниеотвода, линия, схема аппарата приёмной станции (см. рис. 147), земля, зажим *З*, основание молниеотвода, по штепселю на пластину $П_1$ молниеотвода, верхние ламели переключателя тока, зажим «—» и минус батареи.

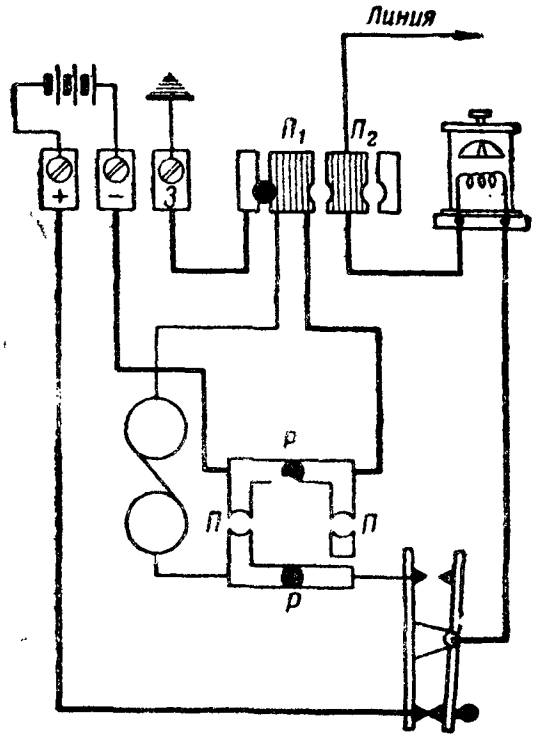


Рис. 146. Схема аппарата Морзе на рабочем токе (прохождение тока при передаче)

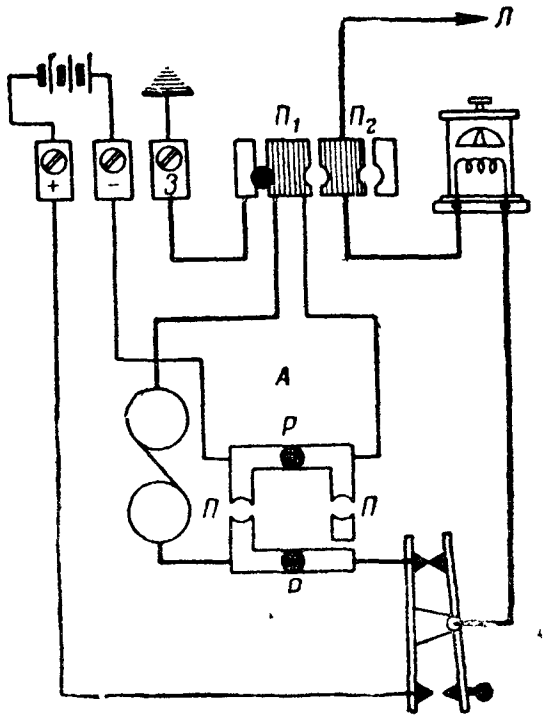


Рис. 147. Схема аппарата Морзе на рабочем токе (прохождение тока при приёме)

Цепь тока при приёме (рис. 147): линия, пластина $П_2$ молниеотвода, гальваноскоп, стойка ключа, задний контакт ключа, нижние ламели переключателя тока, обмотка электромагнита, пластина $П_1$ молниеотвода, по штепселю на основание молниеотвода, зажим *З*, земля. Землёй ток возвратится к заземлённому полюсу батареи передающей станции.

На рис. 148 дана схема трёх станций Морзе на рабочем токе. Токопрохождение по этой схеме такое же, как и по схемам рис. 146 и 147. Пусть передаёт станция *А*, тогда по схеме аппарата этой станции ток проходит по цепи рис. 146, а по схемам аппаратов станций *Б* и *В* — по цепи рис. 147.

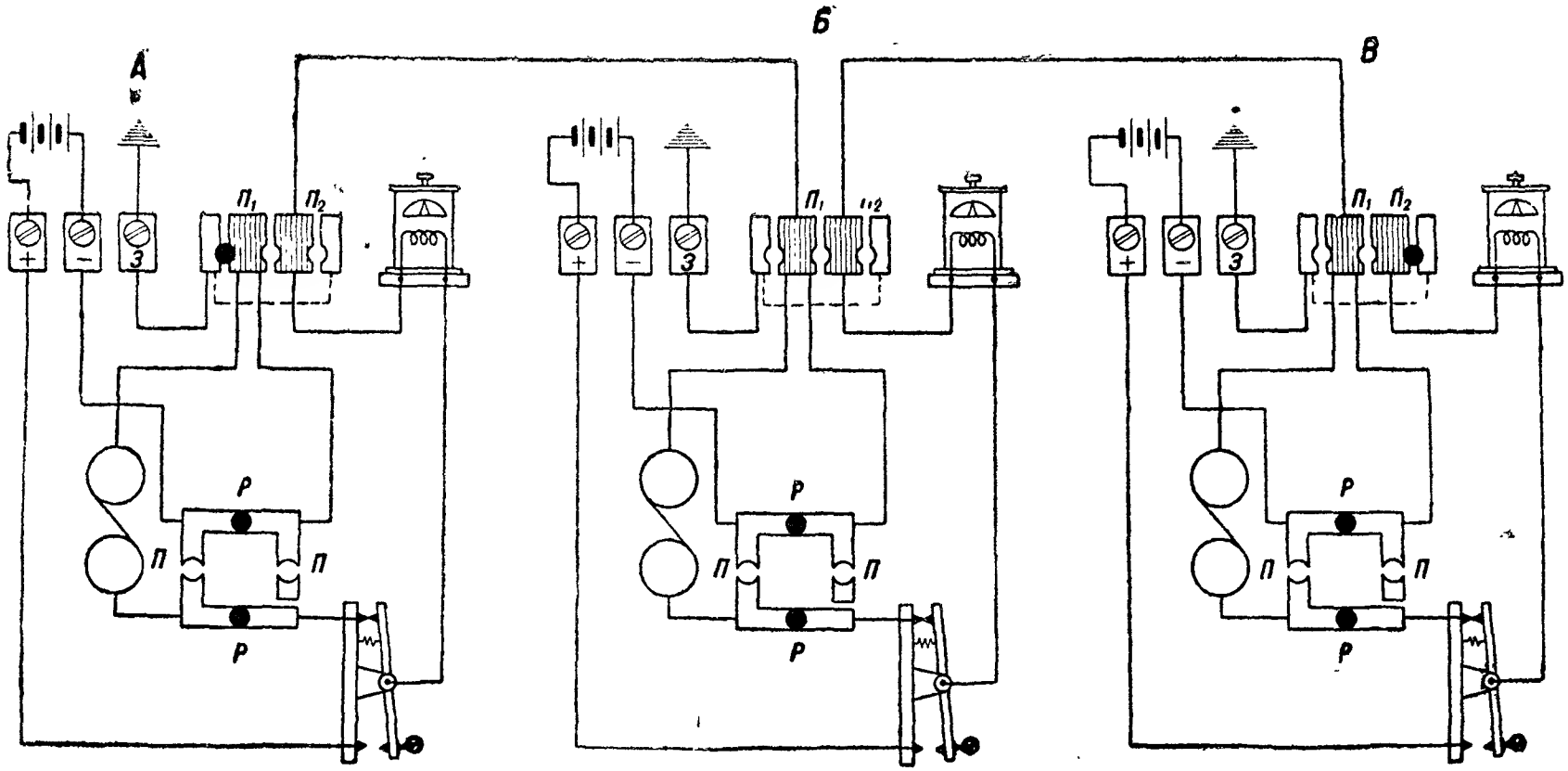


Рис. 148. Схема трёх станций Морзе на рабочем токе

§ 50. ПОДГОТОВКА АППАРАТА МОРЗЕ К ДЕЙСТВИЮ

Подготовка аппарата Морзе к действию имеет целью проверить пригодность аппарата для работы и устранить обнаруженные в нём неисправности.

Подготовка аппарата Морзе складывается из:
— наружного осмотра аппарата;
— регулировки аппарата;
— проверки схемы.

Наружный осмотр аппарата производится с целью проверить, все ли части имеет аппарат и прочно ли они закреплены, нет ли в аппарате или отдельных его приборах хорошо видимых на-глаз повреждений (помятостей, поломок и т. д.), точно ли действуют отдельные части аппарата (особенно его механические детали), нет ли грязи внутри механизма и ржавчины на отдельных его частях, все ли проводники схемы прочно закреплены под свои винты, свободно ли вращается колесо для чистой ленты, нет ли заеданий вращающихся частей.

Производя наружный осмотр, надо тщательно проверить весь аппарат, и если в аппарате будут обнаружены какие-либо неисправности, они должны быть немедленно устранены, а весь аппарат хорошо вычищен и, если нужно, смазан.

Наружный осмотр производят так: вынимают аппарат из укладочного ящика и тщательно протирают чистой мягкой тряпкой все наружные части аппарата. После этого аппарат устанавливается в удобном и хорошо освещённом месте (в полевой обстановке аппарат устанавливают на ящик в таком месте, чтобы свет обеспечивал осмотр аппарата), открывают механизм и осматривают части часового механизма и отдельные приборы аппарата.

После осмотра частей надо заправить аппарат лентой и краской, завести пружинный двигатель, пустить механизм в ход и проверить ход механизма по характерному шуму (он должен итти с небольшим неменяющимся шумом сцепления колёс). Затем проверяют скорость продвижения ленты и действие тормоза. Если лента протягивается нормально и ход механизма не вызывает сомнений в его исправности, надо рукой взяться за якорь и дать от руки серию точек. Если механическая регулировка аппарата не нарушена, на ленте должны отпечататься отчётливые точки.

В противном случае надо отрегулировать аппарат.

Регулировка аппарата делится на регулировку механическую, или постоянную, и регулировку электрическую, или временную.

Механическую регулировку аппарата Морзе производят после разборки и сборки аппарата, после ремонта, при получении его со склада и перед установкой для работы после длительной перевозки. В последнем случае аппарат регулируют при условии, если во время наружного осмотра обнаружено, что регулировка аппарата нарушена.

Механическая регулировка производится с целью:

— установить пишущий рычаг с пишущим диском в правильное положение относительно ленты;

— установить нормальный размах пишущего рычага;

— установить электромагниты относительно якоря в такое положение, при котором чувствительность электромагнита будет наибольшей;

— отрегулировать размах ключа и установить его в положение постоянного или рабочего тока;

— установить нормальную скорость продвижения ленты.

Чтобы правильно установить пишущий рычаг с пишущим диском относительно ленты, надо (рис. 149):

1) заправить аппарат лентой и краской;

2) опустить электромагниты доотказа, отвинчивая регулировочную гайку *1*;

3) ослабить нижний стопорный винт *2*, отвернув его змейкой на два-три оборота;

4) завести пружинный двигатель и пустить механизм в ход;

5) нажать пальцами левой руки на якорь, а правой рукой вывинчивать нижний упорный винт *3* до тех пор, пока на ленте не получится сплошная черта, при этом колёсико не должно задерживать продвижение ленты;

6) после получения на ленте сплошной черты завернуть нижний стопорный винт *2* доотказа.

Если указанной выше регулировкой не удаётся добиться сплошной черты на ленте, надо отрегулировать опорную пружину *4* оси пишущего диска, для чего на несколько оборотов вывёртывают винт *5*.

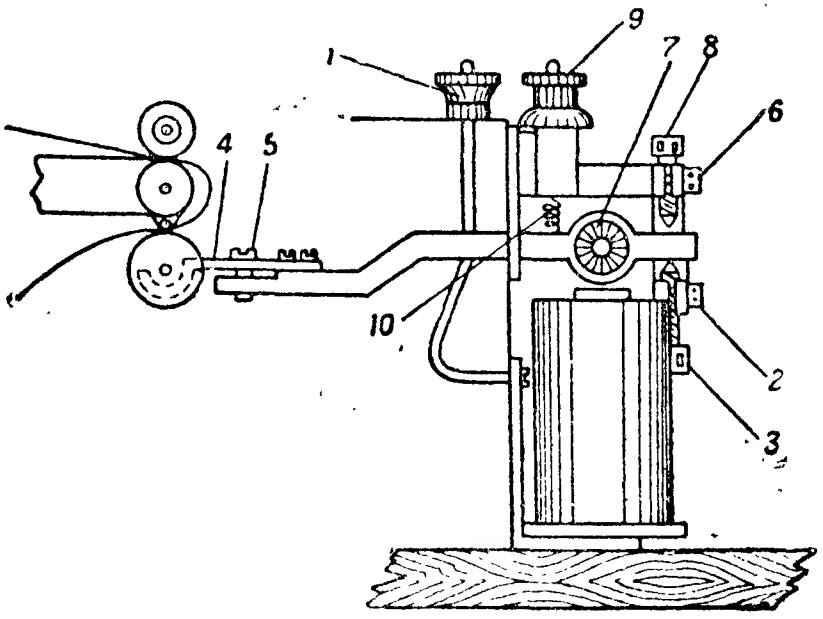


Рис. 149. Схема регулировки аппарата Морзе:
1 и *9* — регулировочные гайки; *2* и *6* — стопорные винты; *3* и *8* — упорные винты; *4* — опорная пружина; *5* — винт; *7* — якорь; *10* — пружина

Чтобы установить нормальный размах пишущего рычага, надо (рис. 149):

1) ослабить верхний стопорный винт *6,* отвернув его змейкой на два-три оборота;

2) сложить телеграфную ленту вчетверо и проложить её между пишущим рычагом *7* и нижним упорным винтом *3* (одной рукой держать за конец ленты);

3) завёртывать верхний упорный винт *8* до тех пор, пока проложенная лента будет протаскиваться с небольшим трением;

4) завернуть стопорный винт *6* доотказа;

5) навинчивать гайку *9* до тех пор, пока натяжная пружина *10* не оттянет пишущий рычаг *7* к верхнему упорному винту *8.*

Регулировка размаха колебаний пишущего рычага необходима для того, чтобы запись знаков на ленте была отчётливой.

Чтобы установить электромагниты относительно якоря, надо (рис. 149):

1) сложить телеграфную ленту в два-три ряда и проложить её между полюсными надставками и якорем, удерживая рукой за конец ленты;

2) поднимать электромагниты гайкой *1* до тех пор, пока проложенная лента будет протаскиваться с небольшим трением.

При таком промежутке между полюсными надставками и якорем чувствительность электромагнита будет наибольшей. Уменьшать промежуток между надставками и якорем не рекомендуется, так как якорь во время работы может «прилипать» к надставкам, отчего правильная работа электромагнита нарушится.

На этом механическая регулировка электромагнитной части аппарата Морзе заканчивается. Чтобы проверить аппарат после произведённой механической регулировки, надо пустить в ход часовой механизм, и, давая рукой точки, следить за записью их на ленте. Запись должна быть отчётливой и скорость движения ленты нормальной и постоянной.

Чтобы отрегулировать размах ключа, надо (рис. 136):

1) ослабить стопорные винты *14,* отвернув их на два-три оборота;

2) завернуть на два-три оборота регулировочные гайки *Г*;

3) отвернуть на два-три оборота зажимной винт *8;*

4) нажать на рукоятку *РК* ключа так, чтобы передний контакт был замкнут;

5) сложить телеграфную ленту вчетверо и проложить её между контактным винтом *7* и контактной пружиной *1,* удерживая ленту за один конец;

6) ввернуть контактный винт *7* настолько, чтобы проложенная лента протягивалась с небольшим трением;

7) закрепить доотказа зажимной винт *8.*

Чтобы установить ключ на постоянный ток, надо:

1) отпустить стопорные винты *14* на два-три оборота;

2) отвернуть на четыре-пять оборотов заднюю регулировочную гайку *Г*;

3) навинтить переднюю регулировочную гайку *Г* так, чтобы передний контакт был постоянно замкнут;

4) закрепить стопорные винты *14* доотказа;

5) навинтить заднюю регулировочную гайку *Г* так, чтобы замыкание переднего контакта не нарушалось.

Для пробы после регулировки поднимают ключ и затем опускают его. Если ключ снова замкнёт передний контакт, ключ установлен правильно.

Чтобы установить ключ на рабочий ток, проделывают те же действия, что и при установке ключа на постоянный ток, но только заднюю регулировочную гайку завёртывают настолько, чтобы ключ был замкнут на заднем контакте. Надо иметь в виду, что сильное натяжение регулировочных пружин делает ключ «тяжёлым», и рука телеграфиста будет быстро утомляться.

Регулировка скорости движения ленты. В том случае, если скорость продвижения ленты будет значительно меньше или больше, чем 1,5 *м* в минуту (например, 0,8 или 2 *м*), надо отрегулировать скорость хода механизма.

Чтобы проверить скорость продвижения ленты, надо:

1) заправить аппарат лентой и завести пружинный двигатель;

2) сделать на ленте карандашом отметку при выходе её из-под лентонажимного ролика;

3) заметив время по часам, пустить в ход часовой механизм и после одной минуты остановить его и промерить длину протянутой ленты (от карандашной черты до выхода ленты из-под лентонажимного ролика).

Чтобы увеличить скорость продвижения ленты, надо сильнее натянуть пружину ветрянки, если же требуется скорость уменьшать, то надо ослабить натяжение пружины ветрянки.

Электрическая регулировка производится для того, чтобы якорь электромагнита чётко срабатывал от проходящего по его обмотке тока.

Электрическая регулировка производится под током, для чего к аппарату необходимо подключать батарею такого напряжения, при котором сила входящего тока будет порядка 10—15 *ма*. Замыкая и размыкая цепь ключом, регулируют гайкой *9* (рис. 149) натяжение пишущего рычага. Нормально притяжение и отпускание якоря должны происходить немедленно после замыкания и размыкания электрической цепи, что хорошо ощущается на слух. Если якорь отстаёт при замыкании цепи, несколько ослабляют натяжение пишущего рычага, отвёртывая гайку *9*. Если якорь отстаёт при размыкании цепи, усиливают натяжение, завинчивая гайку *9*.

Если не удаётся добиться отчётливой работы якоря вращением гайки *9*, надо немного опустить или поднять электромагниты. При регулировке надо следить за тем, чтобы якорь не «прилипал» к полюсным надставкам; между якорем и полюсными надставками всегда должен быть небольшой воздушный зазор.

Проверка схемы аппарата Морзе складывается из:

— проверки схемы «на себя»;

— полной проверки;

— проверки схемы по точкам с измерительным прибором.

Проверка схемы «на себя» (рис. 144). Чтобы проверить схему аппарата Морзе «на себя», надо ключ и переключатель тока установить на постоянный ток, к зажимам «+» и «—» присоединить батарею напряжением 4—6 *в* (3—4 элемента типа 3В, соединённых последовательно) и поставить штепсель в среднее отверстие молниеотвода. Если стрелка гальваноскопа (миллиамперметра) отклоняется, схема «на себя» исправна. После проверки схемы «на себя» (в том случае, если она окажется исправной) надо проверить, хорошо ли срабатывает якорь электромагнита. Для этого заправляют аппарат лентой и краской, заводят пружинный двигатель и пускают механизм в ход.

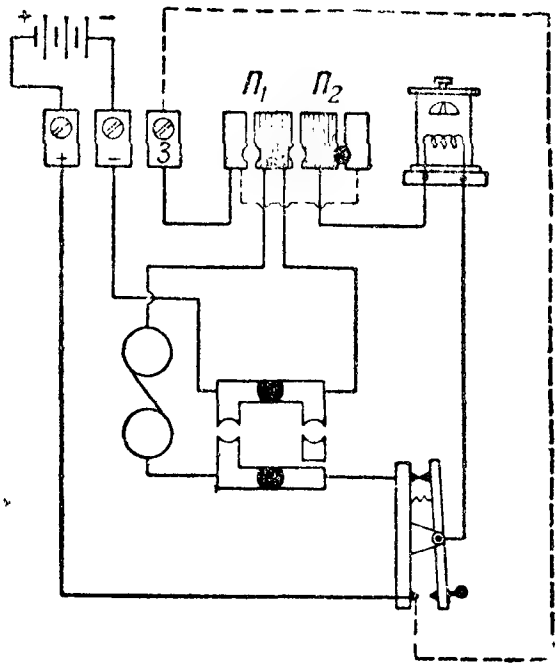


Рис. 150. Полная проверка схемы аппарата Морзе

Если аппарат хорошо отрегулирован, то при работе ключом на ленте будут получаться отчётливые знаки. При плохом отпечатывании знаков надо отрегулировать аппарат.

Полная проверка схемы (рис. 150). Чтобы проверить всю схему аппарата Морзе, надо переключить схему на рабочий ток к зажимам «+» и «—», включить батарею напряжением 4—6 *в*, поставить штепсель в гнездо $П_2$ молниеотвода. Зажим *З* аппарата соединить отдельным проводником с передним контактом ключа (на схеме рис. 150 этот проводник отмечен пунктирной линией). Если стрелка гальваноскопа отклоняется или якорь электромагнита срабатывает, вся схема исправна. При неисправной схеме или зашунтированном гальваноскопе стрелка отклоняться не будет.

Проверка схемы по участкам с измерительным прибором. Чтобы проверить схему аппарата по точкам, составляют схему на рабочем токе (рис. 151), где буквой *Г* обозначен дополнительный гальваноскоп или карманный вольтметр на 3 *в*.

Проверка заключается в том, что свободным концом составленной схемы касаются точек от *1* до *13*, указанных на схеме. Отклонение стрелки дополнительного гальваноскопа показывает, что испытуемый участок исправен. Проверку надо вести последовательно, начиная с точки *1*.

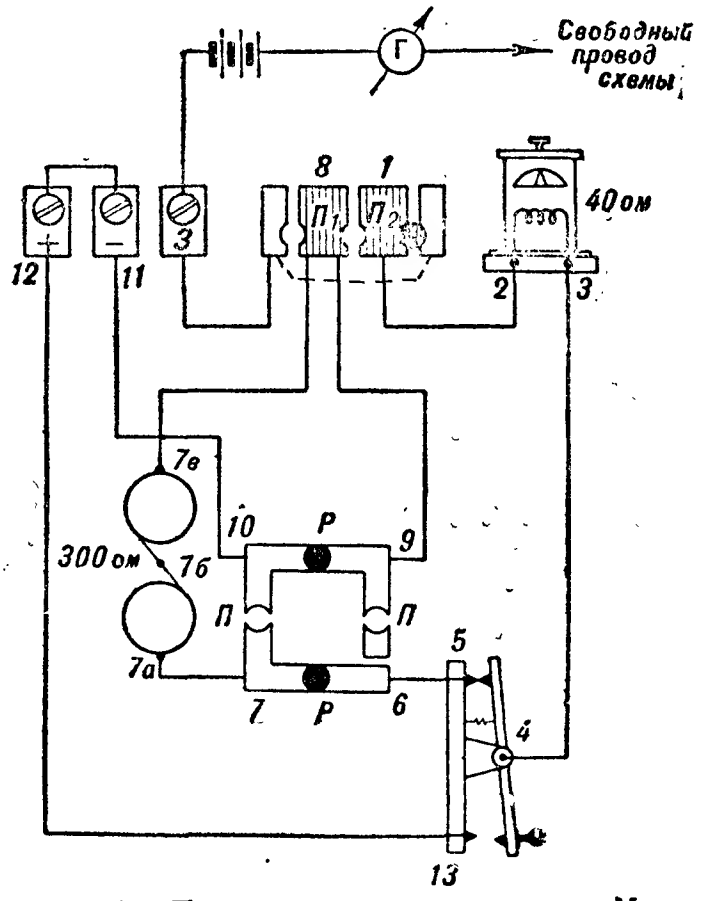


Рис. 151. Проверка схемы аппарата Морзе по точкам:

1—13 — точки присоединения свободного провода схемы

Если при касании точки *8* (проверка целиком электромагнита) отклонения не будет, то надо коснуться сначала точки *7а,* затем *7б* и, наконец, *7в,* отняв дно цоколя. Точки *7а* и *7в* — винты, под которые поджаты проводники схемы, а точка *7б* — место спая проводников от катушек электромагнита. В том случае, когда прибор при касании какой-либо точки не даёт отклонения, участок от этой точки до предыдущей неисправен. Чтобы проверить исправность переднего контакта, надо касаться проводником точки *13* и нажать на ключ; если отклонение стрелки гальваноскопа увеличится — контакт исправен.

§ 51. РАЗБОРКА И СБОРКА АППАРАТА МОРЗЕ

Разборку аппарата производят в следующих случаях:

1. Для замены поломанной детали, когда эту замену нельзя произвести без разборки (полной или частичной) аппарата.
2. Для полной чистки деталей аппарата (в этом случае аппарат разбирать чаще двух раз в год не рекомендуется).
3. В случае, если аппарат попал под дождь и есть опасность, что части могут покрыться ржавчиной.
4. Для дегазации частей аппарата.

Разборка и сборка аппарата могут быть полные и частичные.

Прежде чем приступить к разборке аппарата, надо тщательно подготовить рабочее место: приготовить большой чистый стол, тряпки для протирки, сосуды и ванночки для керосина и складывания мелких деталей и остро отточенные деревянные палочки.

Рабочее место должно быть хорошо освещено, причём свет должен падать спереди или сбоку.

Тряпки разрешается применять только из мягкого материала и чистые.

Сосуды и ванночки для складывания мелких частей надо предварительно хорошо протереть, чтобы складываемые части не загрязнились.

Инструмент должен быть исправный и соответствующего размера (отвёртки берут 3-, 5- и 7-*мм*).

При разборке и сборке надо соблюдать следующие правила:

1) не употреблять особых усилий при снятии и установке частей;

2) снятые части аккуратно разложить на заранее приготовленном месте, а винты завернуть обратно на свои места;

3) отвёртывать винты отвёрткой только на два-три оборота, затем до конца отвёртывать рукой;

4) при сборке винты завинчивать рукой и только последние два-три оборота делать отвёрткой для закрепления; закреплять винты отвёрткой без особых усилий;

5) если необходимо выколотить часть со своего места, надо применять деревянные инструменты. Ударять молотком по металлу при выколачивании нельзя;

6) вынимать штифты-чеки плоской стороной отвёртки, нажимая на них с тонкой стороны;

7) если какая-либо часть крепится несколькими винтами, ввёртывать винты, во избежание перекосов, постепенно; сначала каждый винт ввёртывают на два-три оборота, затем постепенно и последовательно ввёртывают их до конца;

8) вывёртывание и ввёртывание винтов производить отвёрткой только подходящего размера.

Аппарат разбирается в такой последовательности: снимают пишущий приёмник, после чего, если нужно, снимают ключ-передатчик, затем гальваноскоп, молниеотвод, переключатель тока и линейные зажимы.

При чистке аппарата разбирают только пишущий приёмник.

Чтобы снять пишущий приёмник с верхней доски цоколя аппарата, надо сначала снять консоль для отработанной ленты, отвернуть и снять резервуар для краски, спустить завод пружины и снять пружинный двигатель, вынуть тамбур с колесом для чистой ленты и отвернуть дно — дощечку цоколя аппарата.

Чтобы снять консоль для отработанной ленты, надо повернуть на один-два оборота крепительный винт против часовой стрелки и, взявшись за рычаг консоли, потянуть его влево до выхода всей прорези рычага.

Чтобы снять чернильницу, надо, держа чернильницу левой рукой, ослабить на один-два оборота зажимной винт *32* (рис. 129а), опустить чернильницу доотказа и снять её.

Снимать чернильницу надо осторожно, чтобы не разлилась краска.

Перед снятием пружинного двигателя надо спустить завод пружины. Для этого надо правой рукой взяться за рукоятку двигателя, а указательный палец левой руки наложить на пружину *20* и затем повернуть двигатель по часовой стрелке на небольшой угол, а указательным пальцем левой руки нажать на пружину *20*, благодаря чему зуб храповой собачки *9* выводится за пределы храпового колеса *8* (рис. 121в) и двигатель под влия-

нием пружины начнёт поворачиваться справа налево. Правой рукой в этот момент нужно сильно удерживать двигатель от самопроизвольного развёртывания, в противном случае неизбежен срыв зубьев храпового колеса. Раскручивание двигателя продолжается до тех пор, пока правая рука может следовать за двигателем. Чтобы правой рукой сделать перехват, перестают нажимать на пружину *20*, благодаря чему собачка сцепляется с храповым колесом и двигатель перестаёт поворачиваться справа налево. Так поступают до тех пор, пока вся пружина не будет спущена.

Если храповая собачка не имеет пружинки, то правой рукой берут отвёртку или карандаш и подкладывают под утяжелённую часть храповой собачки, а левой рукой держат рукоятку двигателя. Поворачивают двигатель по часовой стрелке на небольшой угол, чтобы храповая собачка могла расцепиться с храповым колесом.

Пружинный двигатель можно снять ещё и другим способом.

Пусть храповая собачка имеет пружину. Тогда правой рукой обхватывают коробку двигателя так, чтобы она находилась между большим и указательным пальцами руки. Затем слегка поворачивают двигатель слева направо, а указательным пальцем левой руки в этот момент нажимают на пружинку, чтобы зуб храповой собачки вышел из зубьев храпового колеса. После этого слегка ослабляют обхват коробки правой рукой (левая рука всё время нажимает на пружинку собачки), и двигатель сам развёртывается справа налево. При развёртывании надо следить только за тем, чтобы сила трения между поверхностью коробки двигателя и ладонью правой руки была достаточной, в противном случае двигатель быстро развернётся, отчего могут поломаться зубья храпового колеса.

Если храповая собачка не имеет пружинки, то процесс снятия двигателя остаётся такой же, как указано выше, только в этом случае коробку обхватывают левой рукой, а правой поднимают утяжелённую часть собачки.

Как показывает практика, снятие двигателя этим способом производится значительно быстрее и с меньшим числом срывов, нежели при первом способе.

Когда снята чернильница, пружинный двигатель и консоль для отработанной ленты, надо вынуть выдвижную доску цоколя аппарата, потянув её на себя. После этого аппарат поворачивают на бок, удерживая левой рукой за коробку часового механизма, отвёртывают шурупы, крепящие нижнюю дощечку (дно ящика), и отделяют ее. После этого вывёртывают два винта, крепящих проводники схемы к электромагниту, и затем два винта, крепящих приёмник к цоколю аппарата. Вынув крепительные винты, аппарат повёртывают в нормальное положение и снимают.

Пружинный двигатель разбирают следующим образом. Сначала спускают заласный завод, для чего надевают двигатель на первую рабочую ось часового механизма (не сцепляя храпового колеса с храповой собачкой), натягивают несколько пружину, повёртывая

двигатель по часовой стрелке, и, удерживая его левой рукой за рукоятку, правой рукой вывёртывают винт, крепящий звёздку, и снимают её. Затем плавно, всё время удерживая двигатель, спускают запасный завод пружины, после чего снимают двигатель с первой оси. Взяв в левую руку двигатель, правой вывёртывают три винта, крепящих крышку к латунной коробке, а затем, слегка поворачивая крышку за рукоятку, снимают её. Если крышка не снимается, её осторожно сбивают с коробки, пользуясь деревянной выколоткой. Затем пальцами правой руки поворачивают стальной барабан по часовой стрелке так, чтобы петля пружины расцепилась с крючком на стальном барабане, и вынимают его.

Чтобы вынуть пружину из коробки двигателя, надо положить двигатель дном коробки на ладонь левой руки и четырьмя пальцами этой же руки удерживать пружину. Пальцами правой руки захватывают внутренний конец пружины (всё время удерживая коробку левой рукой), вынимают пружину до конца, слегка поворачивая коробку против часовой стрелки. На последнем повороте отцепляют вторую петлю пружины от крючка на коробке, делая небольшой нажим против хода витков пружины, и затем вынимают пружину из коробки.

При разборке и сборке пружинного двигателя надо следить, чтобы пружина не выскочила, так как она может поранить пальцы.

На этом разборка пружинного двигателя заканчивается. Отвёртывать такие детали, как крючок на цилиндрической коробке и храповое колесо, нет надобности. Эти детали снимают тогда, когда их необходимо отремонтировать или заменить.

Сборку пружинного двигателя надо производить в обратном порядке, а именно: вложить пружину, вставить стальной барабан, зацепив за его крючок внутренний конец пружины, затем надеть крышку пружинного двигателя и прикрепить её винтами к латунной коробке. После этого двигатель надевают на первую ось, делают 1—1,5 оборота, дав пружине запасный завод, и ставят звёздку на своё место.

Чтобы разобрать пишущий механизм, необходимо снять и разобрать упорный кронштейн с натяжным приспособлением, пишущий рычаг с якорем, электромагнит и приспособление для протягивания ленты.

Упорный кронштейн снимают следующим образом. Опускают подъёмный стержень вниз, для чего вращают его гайку против часовой стрелки. Затем вывинчивают четыре винта, крепящих кронштейн к неподвижной боковой стенке, и снимают его, предварительно отцепив натяжную пружину от пишущего рычага пинцетом или маленькими круглогубцами.

Для разборки кронштейна (рис. 135) снимают чеку *13* с натяжного стержня *9*, вывинчивают стопорный винт *11* гайки *8* и, свинтив гайку со стержня, вынимают натяжной стержень *9* с пружиной *10*, отцепив её от рычага *1*.

Сборку кронштейна и установку его на место производят в обратном порядке.

Чтобы снять пишущий рычаг с якорем, надо вывинтить четыре винта, крепящих неподвижную боковую стенку к станинам аппарата, поднять рычаг кверху, чтобы пишущая ось вышла из выемки пружины пишущего рычага, и, осторожно потянув рычаг с боковой стенкой вправо, отделить рычаг от коробки.

Разборку рычага производят в следующем порядке (рис. 133): вывинчивают два винта *6*, крепящих передний угольник *3* к неподвижной стенке *5*, снимают угольник с оси *2*, затем, повернув рычаг *1* на 90° (опускается плечо с якорем), выводят ось *2* из заднего угольника и снимают пишущий рычаг. Вынимать ось из рычага и отнимать задний угольник от неподвижной стенки следует только при поломке этих деталей или для ремонта их.

Сборку пишущего рычага и установку его на место производят в обратном порядке.

Для отделения электромагнита от коробки вынимают чеку подъёмного стержня и отвинчивают гайку *13* (рис. 132б), предварительно сняв верхние крепительные пластинки. Затем, вывернув винт *14*, крепящий стержень к подвижной стенке, и вынув его, снимают электромагнит вместе со стенкой, выдвигая её из пазов станин. Для разборки электромагнита берут его в левую руку, а правой отвёртывают винты *9*, крепящие катушки к железному угольнику, и снимают их. Чтобы снять с катушек металлические футляры, отвёртывают винты, закрепляющие футляры на деревянных щеках, и поднимают футляры вверх.

Сборку электромагнита и установку его на место производят в обратном порядке.

Чтобы отделить приспособление для протягивания ленты от передней станины коробки (рис. 129), поднимают рычаг *25* лентонажимного ролика *14*, отвинчивают два винта *16*, крепящих кронштейн *15* к передней станине коробки, и, взявшись левой рукой за лентопротяжную полку *17*, снимают всё приспособление. После этого, взявшись за ось рычага лентонажимного ролика, вынимают его вместе с рычагом и осью. Чтобы снять лентонажимной ролик *14* с рычага, надо вывернуть винт, закрепляющий ролик на своей оси, и слегка потянуть ролик на себя. Если необходимо снять плоскую пружину *23*, надо отвернуть винт, крепящий пружину к лентопротяжной полке *17*.

Сборка лентопротяжного приспособления производится в обратном порядке.

Перед разборкой часового механизма надо снять пишущий диск с оси. Для этого широкое лезвие отвёртки накладывают на конец оси и, надавливая пальцами на диск со стороны станины, сдвигают его к лезвию отвёртки и снимают с оси. Диск промывают в керосине и насухо вытирают тряпкой. Затем, сняв чеку, скрепляющую втулку зубчатых колёс оси лентопротяжного валика, вынимают ось (потянуть ось вперёд) и зубчатые колёса оси. Затем, положив коробку на заднюю станину, отвёртывают четыре винта, крепящих переднюю станину к распоркам, и осторожно снимают её. Вынимают оси с колесами, начиная с первой рабочей оси. При

обратной установке осей в гнёзда задней станины надо сначала вставить третью ось, затем вторую и первую оси. Вставляя вторую и первую оси, надо слегка поднимать уже вставленные оси. Снимать колёса с осей можно только в случае поломки оси или колёс. При разборке для чистки снимать колёса запрещается.

Чтобы отнять ветрянку от задней станины, надо вывернуть два винта и отделить кронштейн ветрянки. Для разборки ветрянки отвёртывают винт, закрепляющий пластину с агатовым камнем, и снимают её. Затем, взяв в левую руку кронштейн, на котором установлена ветрянка, накладывают указательный палец на верхний подшипник, а правой рукой берут за тормозной диск и, слегка нажимая вверх, выводят ось ветрянки из нижнего подшипника. Сняв верхний подшипник-втулку с шипа оси ветрянки, вынимают ось из кронштейна. После этого можно снять спиральную пружину, отцепив её от крючка накладки и тормозного диска. Далее, отвернув два винта, крепящих крылышко к коробке, снимают крылышко и коробку с шипов шаровидного утолщения на оси ветрянки.

Сборка ветрянки и установка её на место производятся в обратном порядке.

Примечание. Если почему-либо нужно будет снять ветрянку, не производя полной разборки часового механизма, надо помнить, что ее можно снять только тогда, когда пружинный двигатель полностью спущен или снят с оси. В противном случае неизбежна поломка зубьев колес.

Для отделения тормозной пружины необходимо вывернуть винт, крепящий пяту тормозной пружины в передней станине. Чтобы отделить тормозной рычаг, надо отвернуть винт, крепящий тормозной рычаг к задней станине.

Ключ-передатчик снимают следующим образом (рис. 136): вывинтив винты *15*, надо отогнуть провода схемы, а винты *15* ввернуть на свои места, чтобы они не потерялись. Затем, вывернув четыре винта *13*, снять ключ с верхней доски.

Для разборки ключа вынимают чеки с навинтованных стержней *СТ*, отвёртывают стопорные винты *14* и гайки *Г*.

После этого отвёртывают стопорный винт *4*, выталкивают стальную ось из трубки и снимают рычаг с рукояткой, затем, вывернув четыре шурупа, снимают стойку ключа. В случае надобности свинчивают рукоятку и задний контактный винт. Далее снимают бруски с контактными пружинами. Контактные пружины можно снять, если вывернуть крепительные винты пружин.

Сборку ключа производят в обратном порядке.

Чтобы снять гальваноскоп, снимают футляр, предварительно вынув из гнезда чеку, закрепляющую футляр. Затем вывёртывают винты, отгибают проводники схемы (винты завёртывают на свои места) и вывёртывают два шурупа, крепящих основание гальваноскопа к цоколю.

Для отделения молниеотвода надо отвернуть три винта, крепящих проводники схемы, затем вывернуть два шурупа, крепящих эбонитовую основу к цоколю. Винты, крепящие проводники, нужно завернуть обратно на свои места.

Чтобы снять переключатель тока, вывинчивают винты, крепящие проводники схемы; потом, расправив проводники (чтобы они свободно прошли через отверстие эбонитовой основы) и вывинтив два шурупа, крепящих эбонитовую основу к цоколю, снимают переключатель. Винты, крепящие проводники схемы, ввёртывают обратно на свои места.

Зажимы для включения снимаются таким же порядком.

§ 52. НЕИСПРАВНОСТИ В АППАРАТЕ МОРЗЕ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

В аппарате возможны два рода повреждений: механические и электрические.

Механические повреждения бывают чаще всего в приёмнике аппарата и вызывают или полную остановку или ненормальное продвижение ленты.

Электрические повреждения бывают в приборах аппарата, через которые проходит ток, или в схеме аппарата и влекут за собой или полный отказ в работе электромагнита или нарушение его действия, требуя дополнительной регулировки.

Наиболее часто встречаются следующие механические неисправности:

1. Часовой механизм не двигается. Это повреждение может произойти оттого, что:

а) Лопнула или соскочила с крючка пружина двигателя (двигатель свободно вращается на оси). С целью ускорения исправления аппарата надо неисправный двигатель заменить запасным, а затем уже устранить повреждение. Для этого, если пружина лопнула в начале или конце, необходимо отжечь пружину и сделать новую петлю, или заменить пружину новой, запасной, если она лопнула в середине. Если пружина соскочила с крючка, надо её вновь зацепить за него.

б) Помяты или поломаны зубья колёс. Повреждение обнаруживается осмотром колёсного механизма аппарата, устраняется заменой повреждённых колёс или зашлифовкой зубьев, если помятость зубьев незначительна.

в) Тормозной рычаг не отводит пружины от тормозного диска. Повреждение обнаруживается пробой действия тормоза и осмотром его. Для устранения повреждения надо выгнуть тормозную пружину так, чтобы рычаг при отводе его доотказа отводил пружину от тормозного диска.

г) Лентонажимной ролик сильно давит на лентопротяжный валик, и поэтому механизм не может сдвинуться с места. Повреждение обнаруживается пуском часового механизма в ход при поднятом ролике. Для устранения повреждения надо уменьшить давление плоской пружины на ось ролика, для чего необходимо пружину снять и несколько разогнуть.

д) Пишущий диск сильно прижимает ленту. Повреждение обнаруживается пуском механизма в ход при опущенном диске. Чтобы устранить повреждение, надо несколько ввернуть нижний упорный винт кронштейна.

е) Неправильно заправлена лента. Заправить ленту и, пустив механизм, проверить ход аппарата, а если надо, то и скорость продвижения ленты.

2. Часовой механизм протягивает ленту медленно. Это повреждение могло произойти оттого, что:

а) Соскочила с зацепления или оборвалась пружина ветрянки или она сильно растянута. Повреждение обнаруживается осмотром ветрянки. Чтобы устранить повреждение, надо вновь зацепить пружину или заменить её новой. Если пружина цела, а механизм идёт медленно, то это указывает на то, что пружина сильно растянута. Надо пустить механизм и проверить положение крыла ветрянки. При сильном растяжении крыло будет стоять почти горизонтально, отчего механизм будет итти медленно.

б) Сильно загрязнена система зубчатых колёс. Повреждение обнаруживается по медленному ходу часового механизма. Надо разобрать механизм и тщательно промыть колёса в керосине и после промывки насухо протереть чистой мягкой тряпкой. Иногда удаётся удалить грязь чисткой колёс мягкой щёткой или пропусканием между колёсами чистой телеграфной ленты.

в) Кроме повреждений, указанных в пп. «а» и «б», медленное протягивание ленты может быть от чрезмерного нажима лентонажимного ролика или оттого, что сильно прижата лента пишущим диском, и, наконец, от излишнего трения ленты. Обнаруживаются повреждения и устраняются так, как указано в п. 1, «г», «д» и «е», когда часовой механизм не двигается.

3. Ход часового механизма нормален, а лента при опущенном лентонажимном ролике протягивается плохо или вовсе не протягивается.

Повреждение происходит от следующих причин:

а) Лентонажимной ролик слабо прижимает ленту к валику. Обнаруживается тем, что при лёгком нажиме на рычаг ролика лента проходит нормально. Повреждение устраняется выгибанием плоской пружины (предварительно её снимают).

б) Нарезки лентопротяжного валика стёрты или загрязнены. Обнаруживается осмотром. Устраняется прочисткой лентопротяжного валика, а если нарезка сильно стёрлась — заменой валика.

в) Выскочила чека четвертой оси. Обнаруживается тем, что механизм двигается, а лентопротяжный валик стоит на месте. Устраняется вставлением чеки на своё место.

4. Лента слишком быстро протягивается. Повреждение происходит оттого, что спиральная пружина ветрянки слишком коротка или очень сильно сжата. Надо растянуть пружину, а если она коротка, заменить новой.

5. При правильной механической регулировке на ленте получается сплошная черта. Повреждение происходит оттого, что:

а) Оттяжная пружина натяжного приспособления соскочила с зацепления или сильно растянута. Обнаруживается тем, что пишущий рычаг не оттягивается к верхнему упорному винту крон-

штейна. Устраняется установкой пружины на место, заменой её или укорочением, если она очень ослабла.

б) В сердечниках электромагнита образовался остаточный магнетизм. Проявляется это в том, что якорь притянут к полюсным надставкам, хотя ток через электромагниты не проходит. Чтобы обнаружить остаточный магнетизм, надо поднести к полюсным надставкам иголку: если она притянется, значит в сердечниках имеется остаточный магнетизм. Устраняется в мастерских.

6. При нормальной силе тока якорь плохо притягивается — повреждение указывает на неправильную регулировку. Могут быть также повреждены катушки электромагнита (короткое замыкание витков). Обнаруживается проверкой катушек; устраняется в мастерских заменой катушек или перематыванием их обмотки.

7. Аппарат работает нормально, а стрелка гальваноскопа даёт слабое отклонение или вовсе не отклоняется. Повреждение происходит оттого, что:

а) Сильно затянуты осевые винты (цапфы) магнитика. Обнаруживается осмотром и устраняется регулировкой винтов. Между винтами и осью магнитика должен быть небольшой зазор.

б) Магнитик гальваноскопа размагнитился. Это устраняется намагничиванием его при помощи какого-либо электромагнита, для чего, сняв магнитик, прикладывают его к полюсам электромагнита так, чтобы северный полюс магнитика был приложен к южному полюсу, а южный полюс к северному полюсу электромагнита. При пропускании тока по обмотке электромагнита магнитик через некоторое время опять восстановит свои магнитные свойства.

8. Аппарат работает «на себя» без вставления штепселя в среднее гнездо молниеотвода. Повреждение произошло оттого, что или замкнуты накоротко пластины $П_1$ и $П_2$ или вследствие нарушения изоляции они соединены с основанием молниеотвода. Требуется замена неисправных изоляционных втулок и чистка всего молниеотвода.

9. Линия включена в зажим $П_2$ (или зажим $П_1$) и без вставления штепселя в гнездо $П_1$ (или $П_2$) аппарат работает нормально. Это происходит оттого, что замкнута накоротко с основанием молниеотвода пластина $П_1$ (или пластина $П_2$). Обнаруживается осмотром и испытанием. Устраняется так же, как и предыдущее повреждение.

10. Штепсель вставлен в среднее гнездо молниеотвода, батарея включена нормально, а работа «на себя» не получается и стрелка гальваноскопа не даёт отклонения. Это повреждение может произойти оттого, что:

а) загрязнён передний контакт ключа, благодаря чему нарушена цепь;

б) загрязнёны гнёзда переключателя тока и молниеотвода;

в) плохо зажаты винтами концы схемных проводников;

г) имеется обрыв в обмотке гальваноскопа;

д) имеется обрыв в катушках электромагнита;

е) имеется обрыв в схеме аппарата.

Повреждение обнаруживается осмотром мест присоединения схемных проводников и испытанием схемы аппарата по участкам.

Перечисленные повреждения устраняются:

а) чисткой контакта ключа и гнёзд переключателя;

б) доворачиванием винтов, под которые зажаты концы схемных проводников;

в) если повреждена обмотка гальваноскопа, выключением гальваноскопа и замыканием накоротко подводящих проводников; гальваноскоп надо отправить в мастерскую для перемотки катушки;

г) если неисправен электромагнит, снятием и перемоткой электромагнитной катушки или заменой катушки запасной;

д) соединением в схеме проводника в месте обрыва или заменой повреждённого участка новым проводником.

11. Неисправности ключа могут быть следующие:

а) загрязнены или окислены контакты; устраняется чисткой контактов;

б) ослабли оттяжные пружины; это влечёт за собой плохое нажатие на контакты ключа; устраняется заменой ослабленной пружины;

в) большой люфт (боковой размах) рычага на оси; устраняется более глубокой посадкой стальной оси во втулку рычага ключа;

г) большой размах ключа; устраняется регулировкой ключа.

§ 53. ХРАНЕНИЕ АППАРАТА И УХОД ЗА НИМ

В нерабочем состоянии аппарат укладывается в деревянный ящик (рис. 152), для чего консоль с колесом отработанной ленты и чернильница снимаются и укладываются отдельно. В ящике раз-

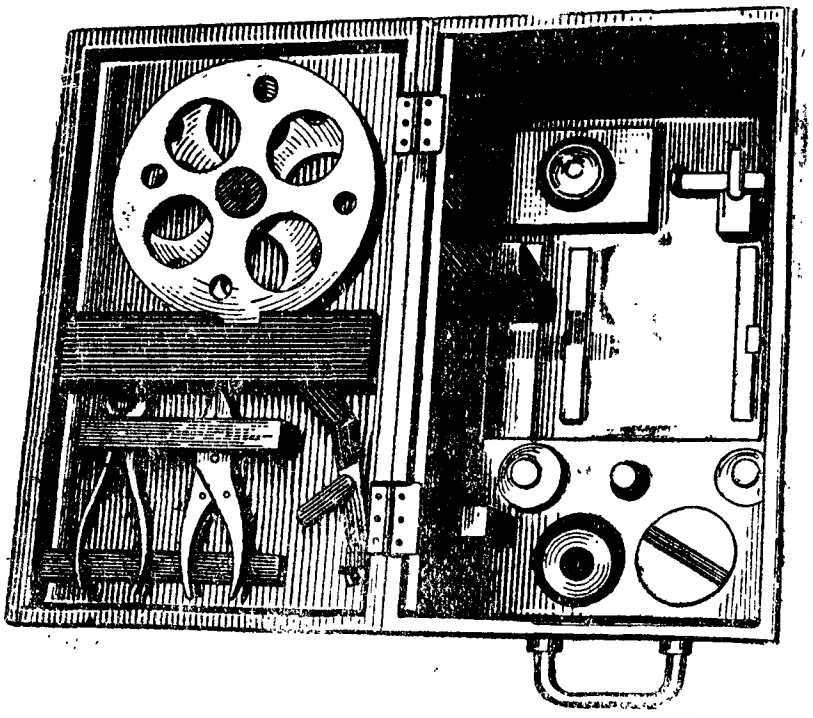


Рис. 152. Укладочный ящик аппарата Морзе

мещаются принадлежности и запасные части к аппарату: острогубцы, плоскогубцы, запасный двигатель с пружиной, две запасные пружины к двигателю, флаконы с краской, маслом для разведения краски и с костяным маслом, ящик с мелкими запасными частями и принадлежностями.

Уход за аппаратом Морзе и его хранение составляют первую обязанность связиста. Надо всегда помнить, что от правильного хранения и ухода (при любых условиях) сохраняется не только долговечность аппарата, но и его работоспособность. Практика показывает, что безотказно действует только тот аппарат, который правильно хранится и за которым ведётся повседневный уход. И наоборот, аппарат, плохо сохраняемый, очень часто отказывает в работе.

Хранение аппарата возможно как в складских, так и полевых условиях. Если аппарат поставлен на хранение (хотя бы даже временное, на несколько дней), его надо:

1. Тщательно проверить на действие и насухо протереть тряпкой.

2. После проверки спустить пружину двигателя и свернуть все гайки у ключа, натяжного и подъёмного приспособлений (ослабить натяжение пружин). Все заслонки гнёзд осей и крышки аппарата закрыть.

3. Резервуар для краски хорошо промыть в керосине и насухо протереть тряпкой. Пишущее колёсико должно быть очищено от краски и лентонажимной ролик поднят. Полезно все остальные части смазать тонким слоем вазелина, что предохраняет их от ржавчины.

4. Уложить аппарат в укладочный ящик и поставить в складе на полке стеллажа стоймя; в двуколке в своё гнездо.

При хранении в двуколке надо обязательно накрыть её брезентом, чтобы на ящик не попадали пыль и влага.

При длительном хранении аппарата в двуколке или в других условиях полевой практики надо аппарат периодически осматривать. При хранении в складе один раз в месяц аппарат должен быть осмотрен и проверен «на себя». Замеченные дефекты должны немедленно устраняться, и только после этого аппарат можно вновь поставить на хранение.

Всегда, при любых условиях, надо предохранять аппарат от пыли и влаги.

Уход за аппаратом состоит в ежедневном и периодическом осмотре и полной чистке аппарата с разборкой его.

Ежедневный осмотр работающего аппарата и его частей заключается в следующем:

а) обтирают все части замшей или кисточкой, удаляя с них пыль;

б) очищают пишущее колёсико от сгустившейся краски, снимая её с колёсика деревянной палочкой;

в) прочищают контакты ключа, протягивая между ними кусок чистой телеграфной ленты или бумаги, слегка нажимая на рукоятку ключа;

г) доливают краску в чернильницу, а если имеющаяся в чернильнице краска загустела, добавляют в неё масла для разведения краски; для доливания краски или масла чернильницу снимают с аппарата;

д) проверяют общее состояние частей аппарата, нет ли загрязнения, достаточно ли смазаны части, надёжно ли присоединены концы схемных проводников.

Периодический осмотр аппарата производят один раз в 2—3 месяца, при этом:

а) тщательно промывают чернильницу аппарата;

б) производят полную чистку гнёзд осей от загустевшего масла и скопившейся пыли;

в) смазывают все части аппарата, подлежащие смазке;

г) прочищают контакты ключа и гнёзда молниеотвода и переключателя тока.

Чернильницу промывают в керосине, очищая скопившуюся грязь деревянной палочкой. После промывки чернильница насухо протирается мягкой тряпкой.

Гнёзда осей очищают от сгустившегося масла и пыли деревянной заострённой палочкой и мягкой тряпкой.

Смазывают гнёзда, впуская 2—3 капли костяного масла. Смазав гнёзда и закрыв заслонки, протирают части, удаляя масляные подтёки. Смазывают все гнёзда осей, бесконечный винт ветрянки, нижний подшипник ветрянки, гнёзда оси лентонажимного ролика, ось лентонаправляющего ролика (гнёзда стальной упорной оси-шпильки) и ось пишущего диска в месте её вращения (в выемке пружины-крючка пишущего рычага).

Зубчатые колёса и шестерни смазывать запрещается.

Чистить контакты ключа надо наждачной бумагой № 000 или № 0000 или венской известью.

Не менее одного раза в год, а в полевых условиях по мере надобности, аппарат подвергают полной чистке с разборкой.

Разборку аппарата производят так, как описано в параграфе «Разборка и сборка аппарата Морзе». Чистку частей аппарата при разборке производят осторожно, руководствуясь следующими правилами:

1. Зубчатые колёса, шестерни и оси очищают от грязи и ржавчины щёточкой, смоченной в керосине, после чего насухо обтирают сухой тряпкой. Нужно помнить, что не протёртые насухо стальные части быстро ржавеют, а на латунных появляется окись.

2. От застаревшей ржавчины части (нелакированные) очищают, кладя их на некоторое время в сосуд с керосином или бензином, и после чистят щёткой. Если ржавчина щёткой не отчищается, надо её снять наждачной бумагой № 0000, смоченной костяным маслом.

3. Гнёзда и шипы осей можно очищать только деревянной палочкой и замшей; очищать их наждачной бумагой запрещается.

4. Винты и контактные пластины ключа чистят щёткой, смоченной в керосине, после чего тщательно протирают сухой тряпкой. При ввёртывании винтов на свои места их надо смазать костяным маслом; смазывать маслом контакты запрещается.

5. Лакированные части чистят мягкой щёткой или мягкой тряпочкой, смоченной в керосине, после чего их надо тщательно протереть сухой тряпкой.

§ 54. ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА АППАРАТОВ МОРЗЕ ДРУГИХ ОБРАЗЦОВ

В частях связи, а равно и в гражданских учреждениях МС и МПС применяются следующие образцы аппаратов Морзе, несколько отличающиеся от описанного образца 1910 г.:

аппарат Морзе 1936 г.;
аппарат Морзе образца МС;
аппарат Морзе образца МПС;
аппарат Морзе фирмы Сименс и Гальске;
аппарат Морзе 1944 г.

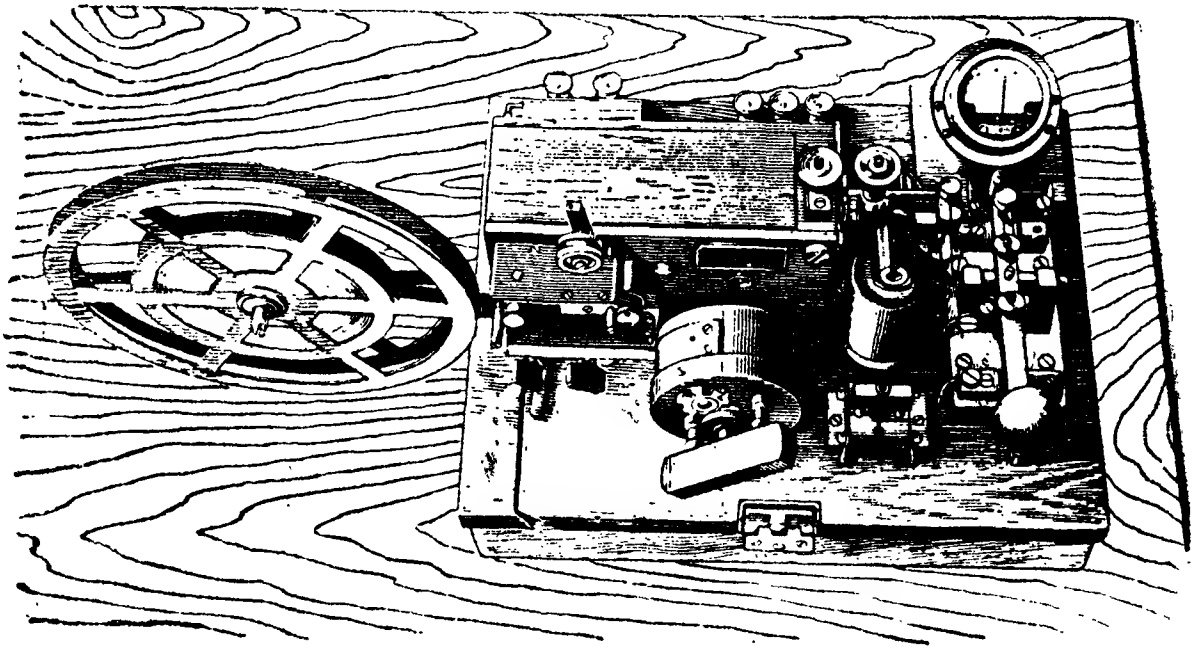


Рис. 153. Аппарат Морзе образца 1936 года

Аппарат 1936 г. Общий вид аппарата 1936 г. показан на рис. 153. Существенное отличие:

а) молниеотвод размещён слева, а зажимы для включения справа;

б) упрощены кронштейн и натяжное приспособление; по своему устройству они несколько отличаются от устройства этих деталей в аппарате 1910 г.;

в) вместо гальваноскопа применён миллиамперметр со шкалой 30-0-30; миллиамперметр шунтируется вставлением штепселя в гнездо его ламелей.

Аппарат образца МС (рис. 154). Основные отличия:

а) цоколь больший по габаритам;

б) молниеотвод имеет большие размеры, в некоторых выпусках пластинчатого типа;

в) нет переключателя тока (схема аппарата на постоянном токе);

г) винты, ограничивающие размах якоря, укреплены на отдельной колонке, натяжное приспособление упрощено;

д) зажимы для включения линии и земли размещаются непосредственно на молниеотводе;

е) для включения батареи применяется двухламельный коммутатор, позволяющий включить вставлением штепселя или всю или половину батареи;

ж) ключ имеет только переднюю натяжную пружину и основание его несколько большего размера в сравнении с ключом аппарата 1910 г.;

з) гальваноскоп большего размера;

и) вместо консоли применена отдельная чугунная подставка, на которой и размещён круг для отработанной ленты.

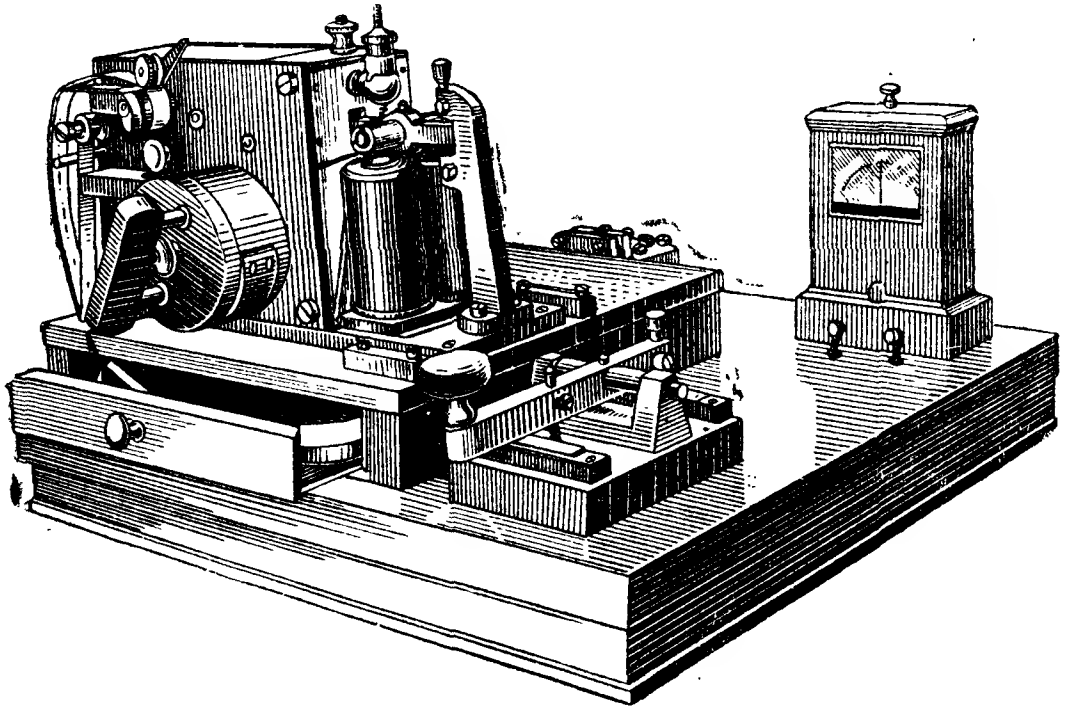


Рис. 154. Аппарат Морзе образца МС

Аппарат образца МПС (рис. 155). Основные отличия такие же, как и МС, но только:

а) аппаратный стол меньше по габаритам;

б) гальваноскоп взят малого размера;

в) молниеотвод меньшего размера, чем в аппарате МС, но больше, чем в аппарате 1910 г.;

г) кронштейн и натяжное приспособление упрощены.

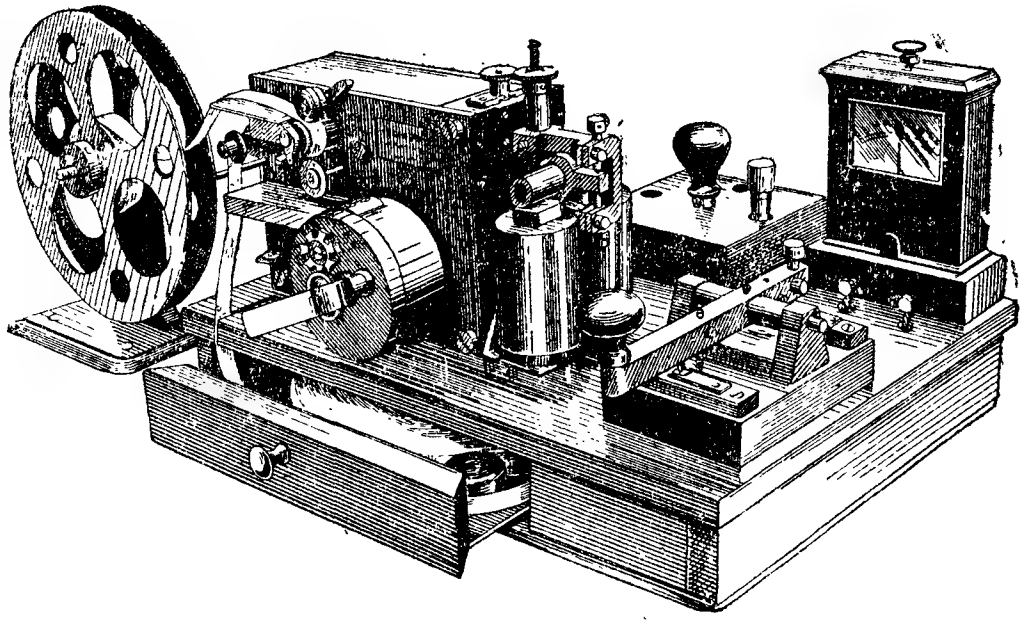


Рис. 155. Аппарат Морзе образца МПС

Аппарат Морзе фирмы Сименс-Гальске. Этот аппарат имеет или обычный пружинный двигатель (такой же, как в аппарате 1910 г.) или двигатель размещается внутри часового механизма. Общий вид аппарата показан на рис. 156. Схема — на рис. 157.

Аппараты с обычным двигателем отличаются тем, что:

а) переключатель имеет рычажную конструкцию;

б) молниеотвод не пластинчатого типа (стекание зарядов происходит через острия винтов);

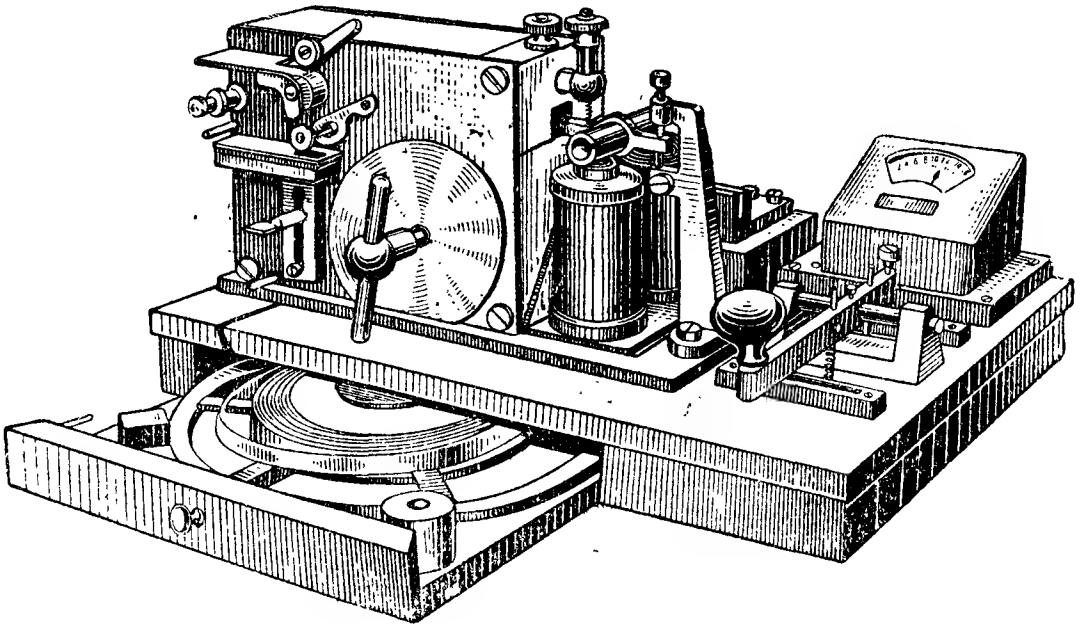


Рис. 156. Аппарат Морзе фирмы Сименс

в) зажимов для включения нет; провода включаются в молниеотводе непосредственно под зажимные винты;

г) вместо упорного кронштейна применена упорная колонка;

д) вместо гальваноскопа применён миллиамперметр.

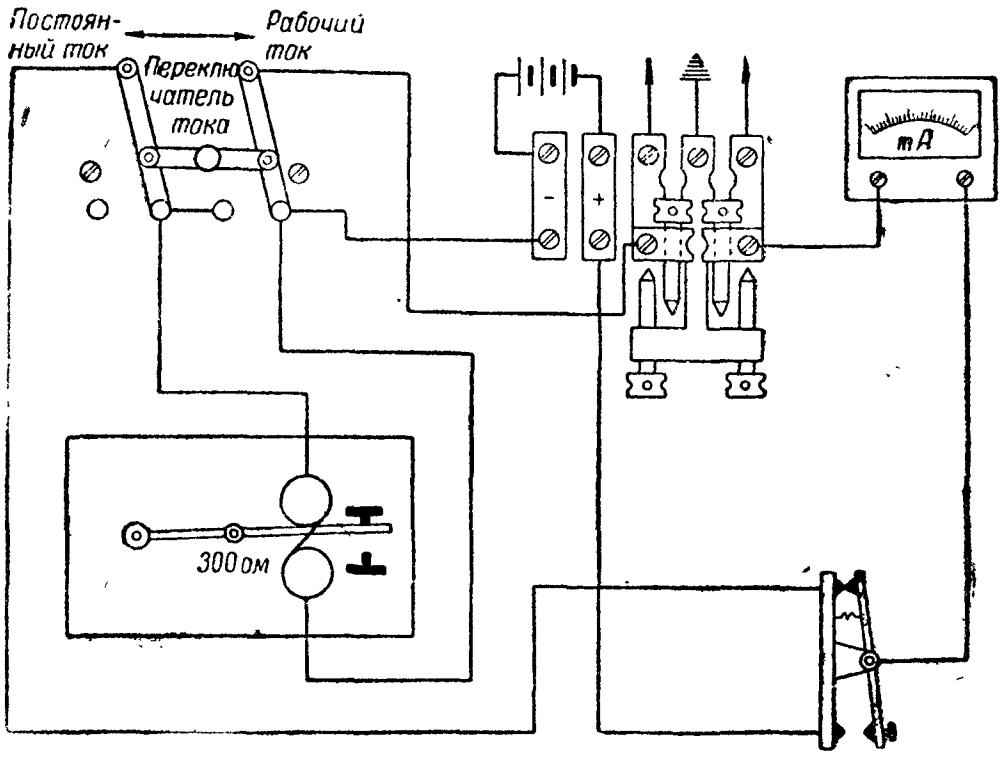


Рис. 157. Схема аппарата Морзе фирмы Сименс

Аппарат Морзе выпуска 1944 г. (рис. 158а). Особенности устройства этого аппарата следующие:

а) переключателя тока нет. Переключение схемы с постоянного на рабочий ток производится на контактных ламелях; на постоянном токе работают по схеме, данной на рис. 158б, а на рабочем токе надо поставить ключ на рабочий ток и соединить накоротко перемычкой ламели *Р* и «—»;

б) кронштейн с упорными винтами имеет особую форму и крепится четырьмя винтами к корпусу аппарата;

в) схема аппарата несколько видоизменена; полная схема аппарата приведена на рис. 158б;

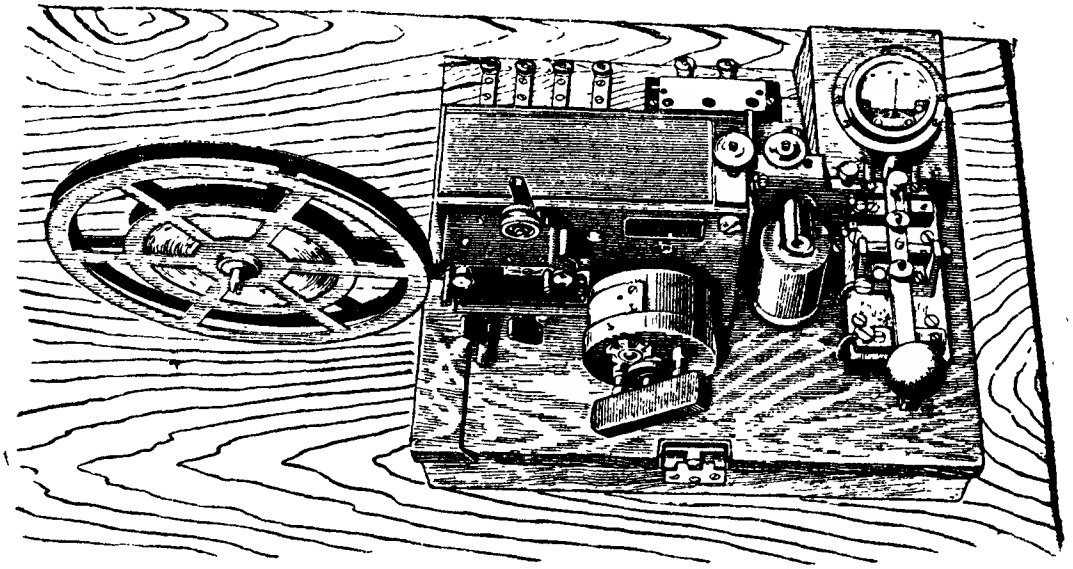


Рис. 158а. Аппарат Морзе выпуска 1944 года

г) вместо гальваноскопа применяется обычного типа **магнито-электрический** миллиамперметр;

д) схема аппарата составлена так, что осуществляется **контроль** своей работы как при схеме постоянного, так и при схеме рабочего тока.

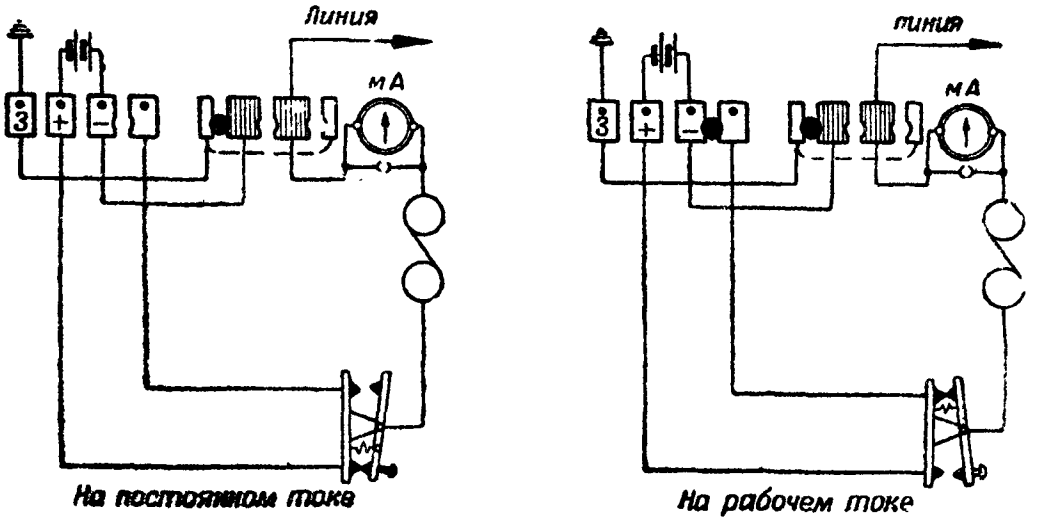


Рис. 158б. Схема аппарата Морзе выпуска 1944 года

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислите тактико-технические данные аппарата Морзе.
2. Объясните по схеме принцип действия аппарата Морзе.
3. Из каких частей состоит аппарат Морзе?
4. На какие части делится приёмник?
5. Какое назначение имеют части приёмника?
6. Что входит в механическую часть? Назначение этих частей.
7. Что входит в электромагнитную часть? Назначение этих частей.
8. Как устроен пружинный двигатель? Перечислите части двигателя.
9. Как надевается двигатель на первую рабочую ось и как он снимается?
10. Установите запасный завод и звёздку на двигателе.
11. Как устроен часовой механизм аппарата?
12. Перечислите части часового механизма.
13. Как устроена ветрянка? Как отрегулировать ход часового механизма?
14. Как устроен тормоз?
15. Поясните устройство приспособления для протягивания ленты.
16. Как закладывается лента? Заложите ленту.
17. Поясните взаимодействие всех частей часового механизма.
18. Как устроен пишущий рычаг с якорем?
19. Как устроен электромагнит?
20. Какое значение имеет железный угольник?
21. Устройство кронштейна. Как отрегулировать размах пишущего рычага?
22. Как устроено натяжное приспособление?
23. Как устроен ключ-передатчик? Перечислите части ключа.
24. Что такое передний и задний контакты? Как установить ключ на постоянный и рабочий ток?
25. Как устроен гальваноскоп, миллиамперметр? Перечислите части гальваноскопа, миллиамперметра.
26. Объясните действие гальваноскопа.
27. Как устроен молниеотвод? Перечислите части молниеотвода.
28. Что такое линейный переключатель?
29. Как устроен переключатель тока?
30. Какое значение имеет переключатель тока? Как его установить на постоянный и рабочий ток?
31. Дайте пояснение по принципиальным схемам аппарата на постоянном и рабочем токах. Покажите токопрохождение.
32. Объясните токопрохождение по схеме, когда аппарат работает „на себя".
33. Покажите токопрохождение по схеме трёх станций на постоянном токе.
34. Покажите токопрохождение по схеме трёх станций на рабочем токе.
35. Как проверяют схему аппарата по участкам?
36. Отрегулируйте аппарат для работы. В чем состоит регулировка механическая и электрическая?
37. Каков порядок разборки аппарата?
38. Какие правила надо соблюдать при разборке?
39. Разберите пружинный двигатель.
40. Разберите приспособление для протягивания ленты.
41. Снимите электромагнитную часть приёмника.
42. Разберите часовой механизм.
43. Как надо ухаживать за аппаратом при эксплоатации?
44. Объясните особенности устройства и особенности схемы аппарата Морзе образца 1944 г.

ГЛАВА VIII

ТЕЛЕГРАФНЫЙ АППАРАТ СТ-35

§ 55. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В течение многих десятков лет конструирование телеграфных аппаратов велось из расчёта максимального использования пропускной способности дорогостоящих телеграфных линий. Это условие являлось основным для разработки целого ряда высокопроизводительных (скородействующих) аппаратов (Бодо, Уитстон и др.).

По мере же разработки новых способов уплотнённого использования пропускной способности линий связи (одновременное телеграфирование и телефонирование, многократное частотное телеграфирование и т. п.), а также новых условий эксплоатации телеграфной связи (прямая связь между подателем телеграммы и её получателем — абонентская прямая связь) вопрос конструирования мощных телеграфных аппаратов перестал быть решающим. Тогда перед конструкторами стала новая задача — сконструировать такой телеграфный аппарат, который мог бы удовлетворить требованиям абонентской телеграфной связи.

Такими аппаратами явились так называемые стартстопные аппараты.

Одним из наиболее усовершенствованных типов стартстопных аппаратов является аппарат СТ-35 (советский «телетайп» разработки 1935 г.), общий вид которого показан на рис. 159.

Стартстопные аппараты работают на принципе пятизначного кода (см. рис. 108б).

В аппарате СТ-35, когда нет работы, механизмы передатчика и приёмника не вращаются (стоп); с началом работы механизмы передатчика и приёмника начинают вращаться (старт), делают один оборот и снова останавливаются (стоп). За время одного оборота механизмов передатчика и приёмника передаётся только один знак (буква, цифра и др.).

Остановка механизмов передатчика и приёмника, а следовательно и начало их движения должны происходить всегда с одного места, иначе аппараты будут работать неправильно. Чтобы пустить в ход приёмник, с передатчика посылается электрическая посылка старта, а для его остановки соответственно передатчик посылает электрическую посылку стопа. Как видим, электрические посылки стопа и старта управляют движением приёмника.

Как это будет видно из дальнейшего, посылки старта и стопа, управляя движением приёмника, одновременно исправляют и неточности вращений между механизмами передатчика и приёмника двух работающих между собой аппаратов, т. е. посылки старта и стопа являются также и коррекционными посылками.

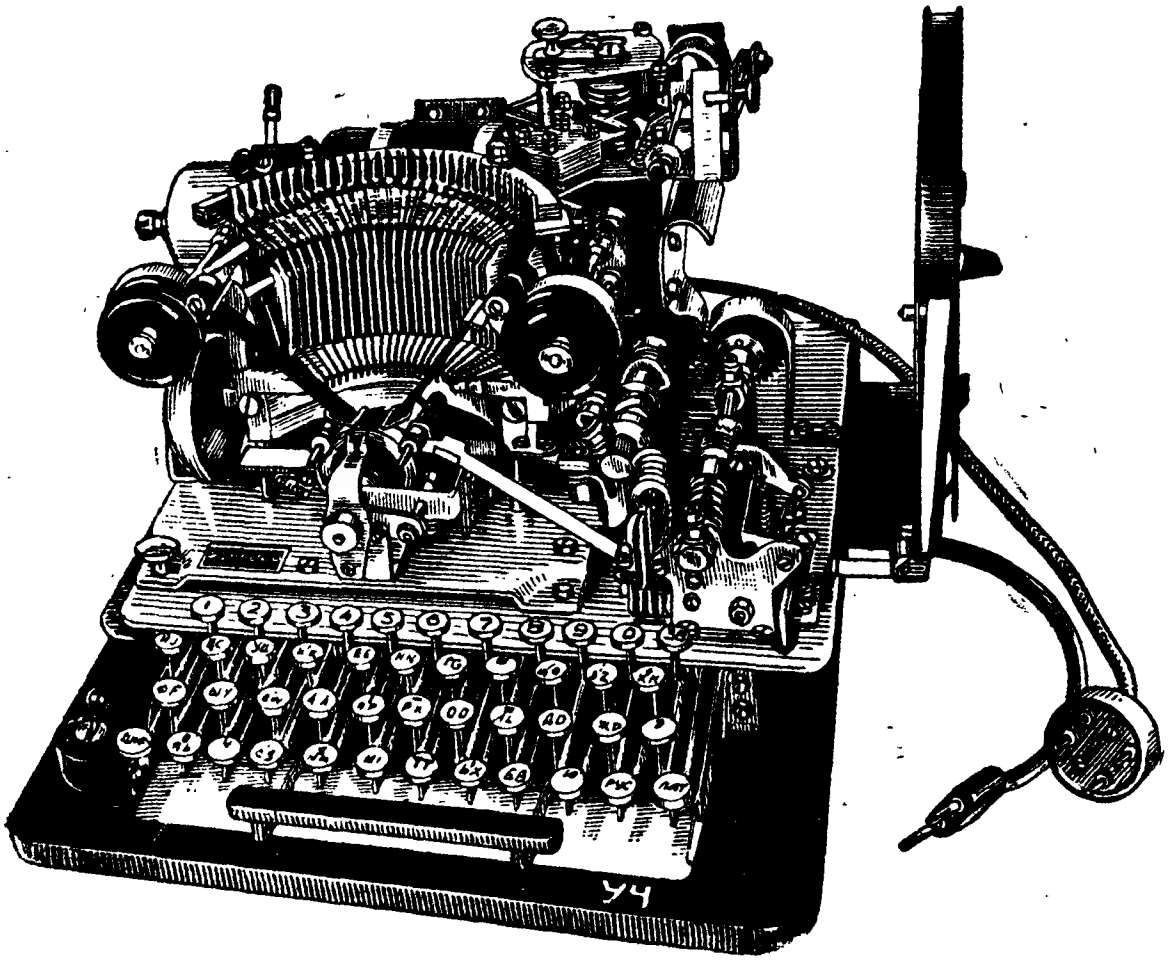


Рис. 159. Аппарат СТ-35 (общий вид)

§ 56. ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, КОМПЛЕКТАЦИЯ И СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ АППАРАТА СТ-35

На вооружении войск связи имеются аппараты СТ-35 различных выпусков (по годам), которые по своей конструкции мало отличаются друг от друга.

Опыт эксплоатации аппаратов СТ-35 на фронтах Отечественной войны подтвердил, что они вполне отвечают специфическим требованиям работы в полевых условиях. Но аппараты СТ-35 оказались непригодными для работы на длинных линиях (свыше 250 *км*), несмотря на включение их по схеме с реле, имевшимися в аппаратных щитках (придаются к аппарату). Это обстоятельство несколько ограничивает применение аппарата СТ-35, и нередко там, где всю корреспонденцию мог бы легко обработать СТ-35, ставят комплект Бодо только потому, что линия длиннее предельной дальности связи аппарата СТ-35. Однако войска связи широко применяли аппараты СТ-35, несмотря на этот его недостаток.

Основные тактико-технические данные аппарата СТ-35

Дальность действия при хорошем состоянии линии:

а) по постоянным воздушным линиям (провод стальной, диаметром 4 *мм*) 250 *км*;

б) по полевым шестовым линиям (провод медный, диаметром 2,1 *мм*) до 100 *км*;

в) по полевым кабельно-телеграфным линиям (кабель ПТГ-19) до 50 *км*.

Пропускная способность 2 500 слов/час.

Практический обмен 1 100—1 200 слов/час.

Для установки аппарата требуется рабочее место размером 1,10 × 0,65 *м*. Аппарат СТ-35 может быть установлен как в помещении, так и в блиндаже.

Время, необходимое на установку аппарата, включение и вхождение в связь, 15—20 минут.

Аппарат обслуживается в смену одним телеграфистом. На сутки назначается смена 2—3 телеграфиста (в зависимости от нагрузки).

Вес аппарата: в упаковке 40 *кг*, без упаковки 28 *кг*.

Перехват работы возможен.

Аппарат СТ-35 может работать как симплексом, так и дуплексом. При включении СТ-35 дуплексом необходимо применять специальный дуплексный прибор (ДП-43).

При работе симплексом аппарат может работать или по схеме с реле, или без реле. Для включения по схеме с реле применяется специальный щиток с реле или составляется особая схема с применением реле.

Аппарат контролирует свою работу.

Для питания линейной и местной цепей аппарата требуется батарея постоянного тока напряжением 80—160 *в*. Напряжение батареи определяется расчётом.

Питание моторной цепи возможно как от постоянного тока, так и от переменного тока напряжением 110—120 *в*.

Нормальная сила тока ($I_{вх}$) в линейной цепи (без реле) 40—45 *ма*, а при включении через реле: в линейной цепи 20—25 *ма* и в местной 40—45 *ма*. Расход тока в сутки: линейной батареи — 0,8 *а-ч*, моторной — 10 *а-ч*.

Положительные стороны аппарата:

1) лёгкость, компактность и простота электрической схемы;

2) большая пропускная способность;

3) стартстопная коррекция, обеспечивающая достаточно высокую устойчивость работы и допускающая расхождение в скоростях двух аппаратов до 4—5%;

4) чистота шрифта благодаря применению печатающих рычагов;

5) простота работы на клавиатуре (на аппарате может вести передачу любой человек, работающий на пишущей машинке).

Недостатки аппарата:

1) сложность конструкции механической части и малая доступность некоторых узлов для наблюдения и исправления;

2) сравнительно большой расход тока в линейной цепи при непосредственном соединении аппаратов (включение без реле);

3) относительно большой расход тока моторной цепи;

4) необходимость хорошей подготовки техников для обслуживания аппарата.

Комплектация аппарата СТ-35. Комплектация аппарата СТ-35 выпуска 1944—1945 гг. приведена в таблице 5.

Таблица 5

Комплектация аппарата СТ-35

№ по пор.	Наименование	Количество	Примечание
1	Аппарат СТ-35 (в собранном виде) .	1	1. При каждом аппарате должен быть формуляр и описание аппарата.
2	Щиток для включения аппарата . .	1	
3	Кожух со стеклом	1	
4	Ящик с инструментом, в нём:		2. При перевозках аппарата ящики с инструментом и запасными частями и щиток укладываются в гнёзда укладочного ящика.
	камертон	1	
	пассатижи	1	
	ключи гаечные разные . . .	6	
	пинцет	1	
	отвёртки разные	2	
	маслёнка	1	
	щётка часовая	1	
	кисть плоская	1	
	кисточка	1	
5	Ящик с запасными частями	1	
6	Укладочный ящик	1	

Составные части аппарата СТ-35. Телеграфный аппарат СТ-35 (рис. 159) состоит из следующих основных частей: движущего механизма, передающей части, приёмной части, цоколя (основания) аппарата со схемой и дополнительными приспособлениями и деталями.

Каждая из указанных частей в свою очередь состоит из отдельных механизмов и приспособлений, описание которых дано в этой главе.

§ 57. ДВИЖУЩИЙ МЕХАНИЗМ

Движущий механизм служит для приведения в действие всех рабочих механизмов аппарата. Он состоит (рис. 160) из:

— электромотора;

— электроконтактного регулятора;

— трёх движущих осей: главной, промежуточной (регистровой) и оси передатчика.

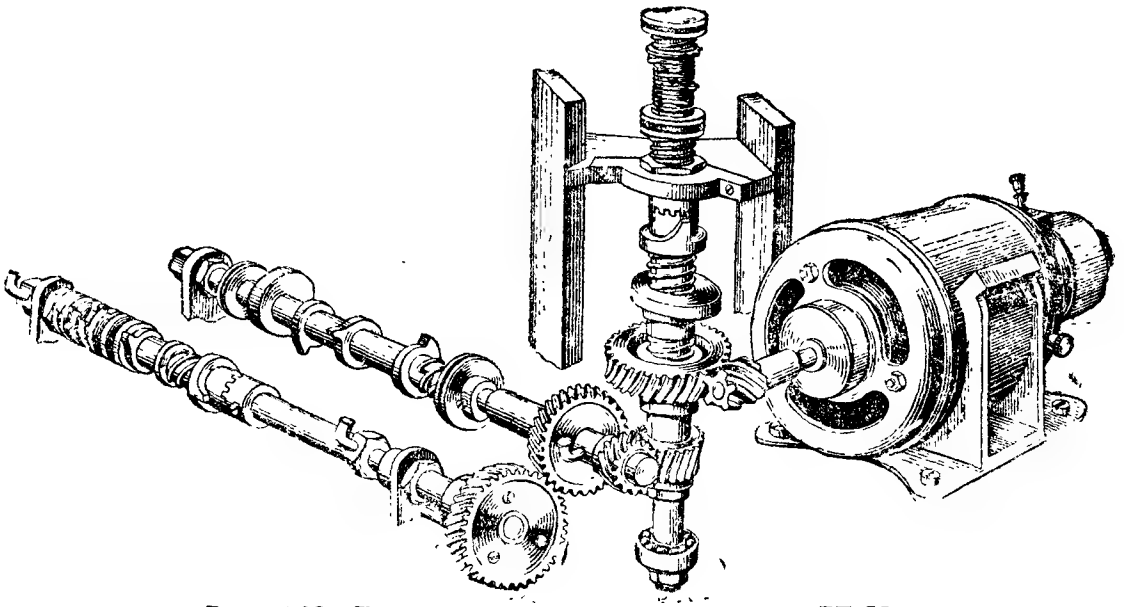


Рис. 160. Движущий механизм аппарата СТ-35

Электромотор. В аппаратах, выпускавшихся до 1943 г., применялся электромотор типа УМ-21-С (рис. 161а) (универсальный мотор тип 21 специальный) постоянно-переменного тока, коллекторный, с последовательным соединением обмотки якоря и обмотки возбуждения (сериес-мотор).

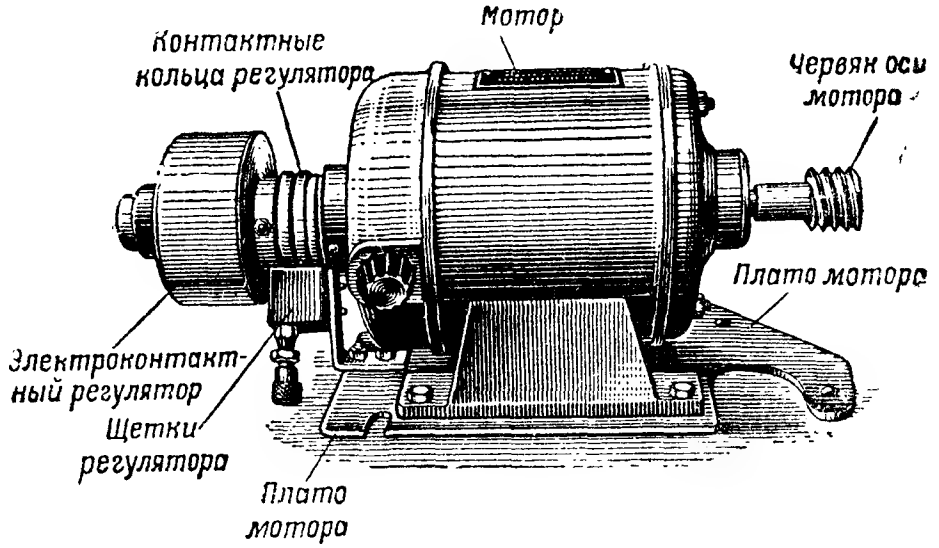


Рис. 161а. Мотор типа УМ-21-С

В аппаратах, выпускающихся с 1943 г., применяется мотор типа СЛ-528-С (рис. 161б), также коллекторный сериес-мотор постоянно-переменного тока. Электромоторы обоих типов рассчитаны на включение как в сеть постоянного тока с напряжением 110 *в*, так и в сеть переменного однофазного тока с напряжением 110—120 *в*. Полезная мощность электромотора (на валу) около 50—55 *вт* при 3 000 *об/мин*.

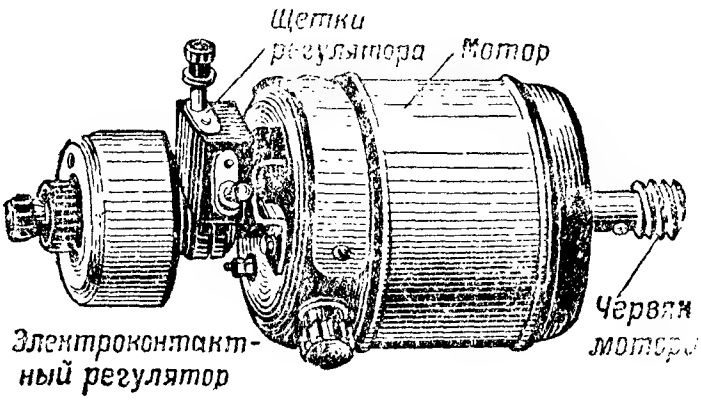


Рис. 161б. Мотор типа СЛ-528-С

Электромотор крепятся на отдельном плато, которое в свою очередь крепится на плато приёмной части аппарата. Мотор крепится так, что его можно в некоторых пределах поворачивать без нарушения сцепления червяка мотора с текстолитовой шестерёнкой главной движущей оси.

С главной движущей осью электромотор сцеплен посредством червяка (рис. 161а), насаженного на вал мотора, и большой текстолитовой шестерёнки, насаженной на главной оси движущего механизма. За счёт этого червячного сцепления мотор вращает движущие оси и, кроме того, осуществляется и снижение оборотов; так, главная ось делает всего 380 *об/мин*, тогда как скорость вращения мотора 3 000 *об/мин*.

Внутренняя схема мотора (рис. 162а) подключается к зажимным винтам, укреплённым в специальной выводной колодке (колодка закреплена на корпусе мотора). На колодке имеются три зажимных винта, обозначенные: *О* — общий зажим, «=» — зажим для включения в сеть постоянного тока, «~» — зажим для включения в сеть переменного тока.

От зажимов колодки внутренняя схема мотора присоединяется монтажными проводниками к клеммам, которые расположены снизу цоколя аппарата. Моторная цепь соединяется гибким кабелем со штепсельной вилкой, посредством которой мотор включается в сеть.

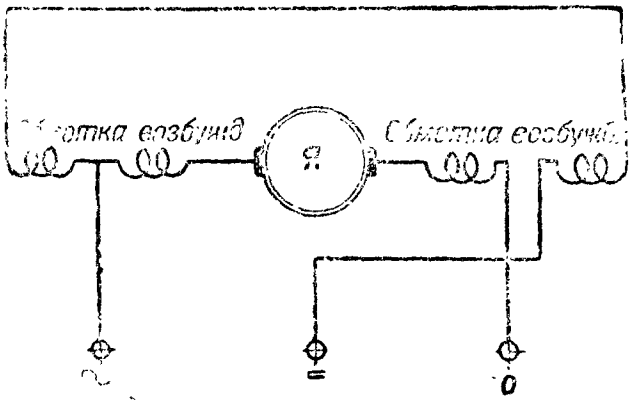


Рис. 162а. Внутренняя схема соединения мотора аппарата СТ-35

Принципиальная схема моторной цепи показана на рис. 162б. На рис. 162б видно, что обмотка якоря мотора включена в цепь последовательно с обмоткой возбуждения и разрывающимися контактами регулятора. Параллельно контактам регулятора включено дополнительное сопротивле-

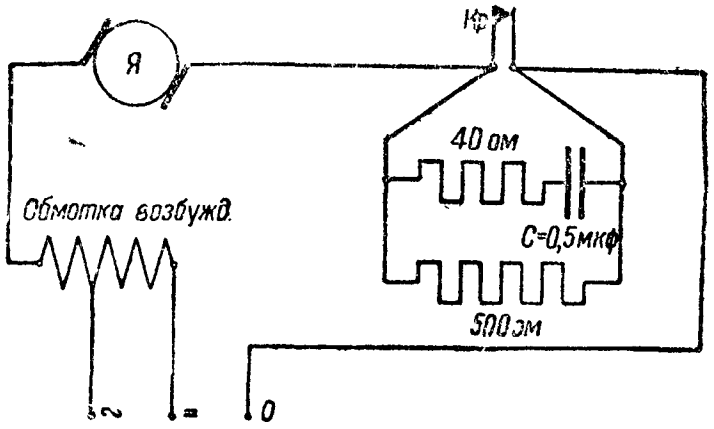


Рис. 162б. Схема моторной цепи аппарата СТ-35

ние (500 *ом*) и искрогаситель, состоящий из конденсатора ёмкостью 0,5 *мкф* и замедлительного сопротивления 40 *ом*. Отметим, что в аппаратах последних выпусков сопротивление в 40 *ом*, включённое последовательно с искрогасительным конденсатором 0,5 *мкф*, не ставится.

Чтобы включить мотор на постоянный или переменный ток, надо переключить проводники на колодке мотора согласно схеме рис. 163.

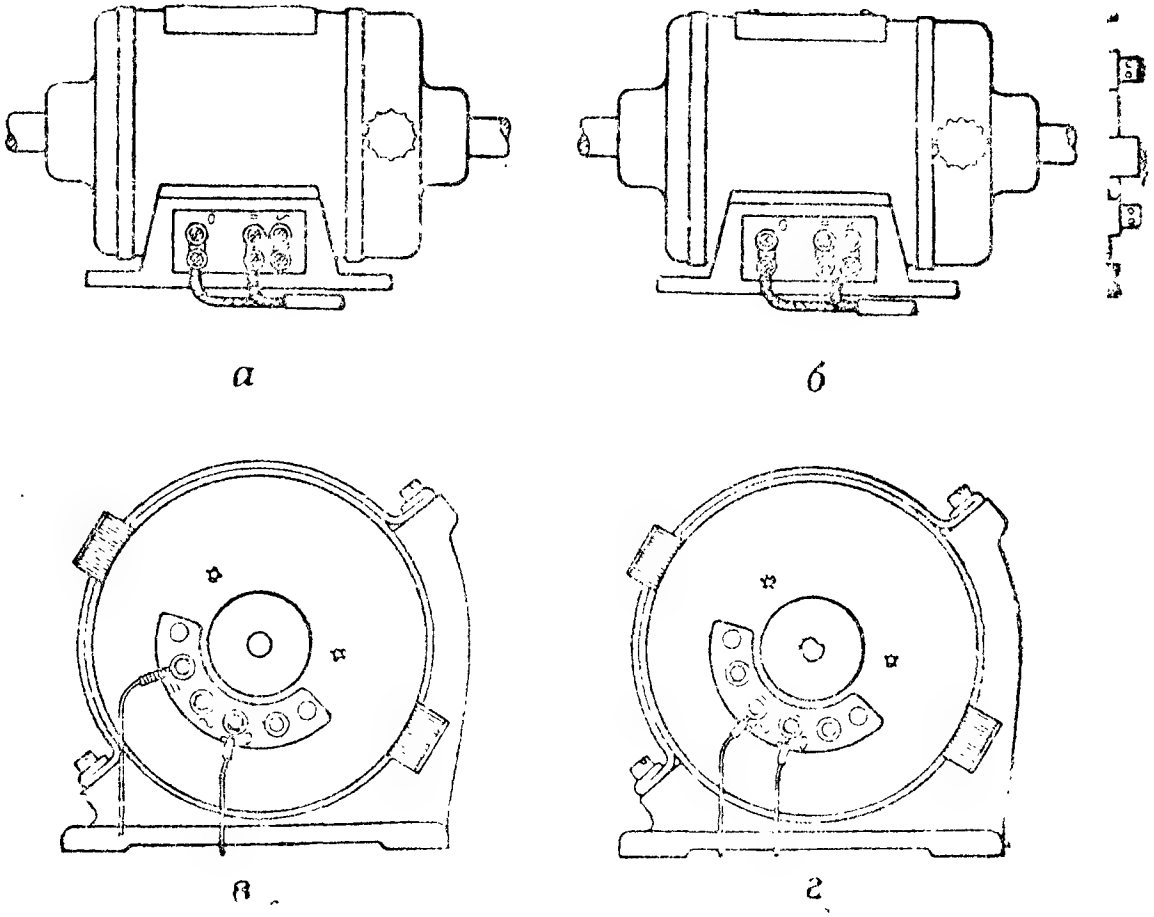


Рис. 163. Схемы включения моторов СТ-35 в сеть:

а — включение в сеть постоянного тока мотора УМ-21-С; *б* — включение в сеть переменного тока мотора УМ-21-С; *в* — включение в сеть постоянного тока мотора СЛ-528-С; *г* — включение в сеть переменного тока мотора СЛ-528-С

Чтобы включить мотор УМ-21-С для работы на переменном токе, надо проводники присоединить к клеммам *О* и «~» (рис. 163, *б*), а для работы на постоянном токе проводники присоединяют к клеммам «*О*» и «=» (рис. 163, *а*). Для включения мотора СЛ-528-С надо присоединить проводники сети согласно схемам рис. 163в и г.

Прежде чем включить мотор в сеть, необходимо проверить соответствие схемы тому роду тока, которым будет питаться мотор.

Общая характеристика элекромоторов аппарата СТ-35 дана в таблице 6.

Таблица 6

Характеристика электромоторов УМ-21-С и СЛ-528-С

Тип мотора	Мощность на валу в *вт*	Обороты в минуту	Работа на переменном токе			Работа на постоянном токе		Соединение обмоток якоря	Примечание
			напряжение в *в*	предельный ток в *а*	потребляемая мощность в *вт*	напряжение в *в*	потребляемая мощность в *вт*		
УМ-21-С	55	3 000	110	0,91	100	120	110	Последовательное	Якорь с коллектором
СЛ-528-С	30	3 000	110	0,85	75	120	95	То же	

При эксплоатации мотора надо соблюдать следующее:

— при круглосуточной работе делать часовой перерыв для осмотра мотора, чистки коллектора и контактных колец;

— следить, чтобы сцепление червяка с шестернёй главной оси имело небольшой люфт, иначе мотор будет перегреваться;

— через 3 000 часов работы надо осмотреть и смазать шарикоподшипники мотора; для смазки применять масло марки Ш-1;

— щётки применять марки Т-2 завода «Электроугли»;

— ежедневно удалять угольную пыль с коллектора сухой чистой бельевой тряпочкой;

— постоянно следить за мотором, не допуская перегрева.

Электроконтактный регулятор служит для поддержания постоянной скорости вращения мотора и регулировки её на ходу.

Регулятор устроен следующим образом (рис. 164). К текстолитовому основанию *1* регулятора снаружи прикреплён эбонитовый диск *2*, к которому привёрнуты тремя винтами два бронзовых кольца *3*. Кольца изолированы друг от друга эбонитовыми дисками; к кольцам прилегают контактные щётки, включающие регулятор в схему моторной цепи аппарата. На внутренней стороне основания *1* закреплены две стойки; на одной из них укреплён неподвижный контакт *4*, а на другой подвижный *5*. На пластине подвижного контакта закреплён крючок *6*, за который зацеплен один конец спи-

ральной пружины *7*. Другой конец пружины *7* зацеплен за крючок трёхплечего рычага *8*. Рычаг *8* вращается на оси *9*, укреплённой в хомутике *10*, причём одно плечо рычага *8* проходит внутрь полой трубки *11*. С хомутиком *10* связана рифлёная муфта *12*, в которую ввёрнут регулировочный винт *13*, упирающийся в плечо рычага *8*, пропущенное в трубку *11*. Когда винт *13* ввёртывается, он давит на плечо рычага *8*, благодаря чему натяжение пружины *7* увеличивается. При вывёртывании винта *13* натяжение пружины уменьшается.

На головке винта *13* находится стробоскопический диск, разбитый на четыре сектора (два белых и два чёрных). С помощью стробоскопического диска и камертона регулируется скорость вращения мотора.

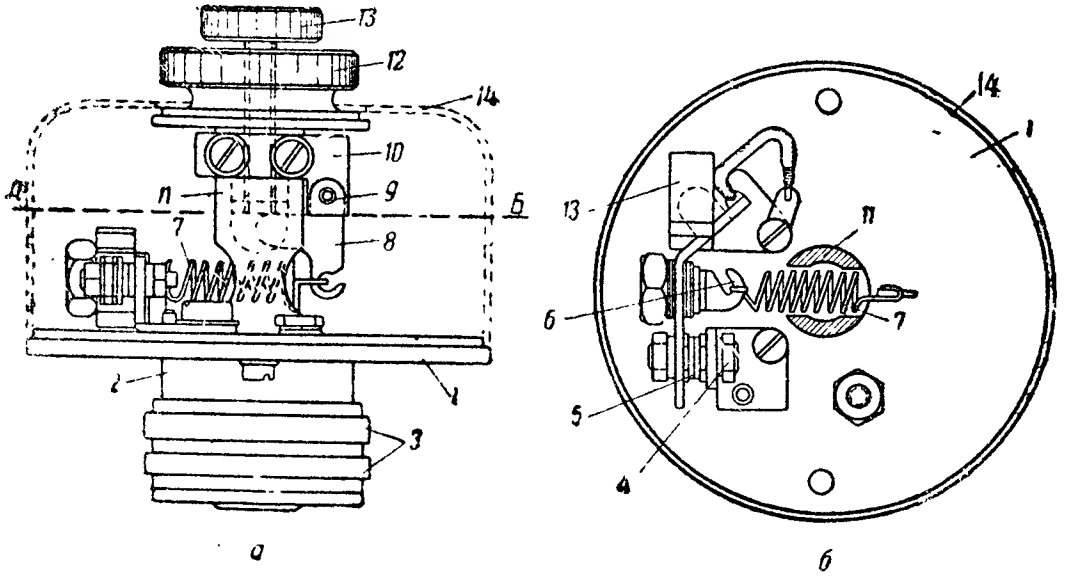


Рис. 164. Электроконтактный регулятор.
1 — основание; *2* — диск; *3* — бронзовые кольца; *4* — неподвижный контакт; *5* — подвижный контакт; *6* — крючок; *7* — спиральная пружина; *8* — рычаг; *9* — ось, *10* — хомутик; *11* — трубка; *12* — рифленая муфта; *13* — регулировочный винт; *14* — кожух

Для предохранения регулятора от пыли и загрязнения он закрывается металлическим кожухом *14*.

Действие регулятора происходит следующим образом. Когда скорость вращения мотора увеличивается, увеличивается и центробежная сила, которая отрывает подвижный контакт *5* от неподвижного контакта *4*. В этот момент в цепь последовательно с обмоткой якоря автоматически включается сопротивление в 500 *ом*, отчего сила тока в цепи уменьшается и мотор уменьшает обороты (рис. 162б).

С уменьшением оборотов мотора уменьшается и центробежная сила, отчего подвижный контакт *5* под действием пружины *7* будет замкнут с неподвижным контактом *4*. В этот момент сопротивление в 500 *ом* шунтируется, следовательно, сила тока в цепи увеличится, и мотор начнёт увеличивать обороты. С увеличением числа оборотов центробежная сила регулятора опять будет нарастать и

превысит силу пружины *7*. Подвижный контакт *5* снова отойдёт от неподвижного контакта *4*, включая в цепь сопротивление в 500 *ом*. После этого число оборотов опять уменьшится, центробежная сила будет мала, сила спиральной пружины *7* будет превосходить центробежную силу и подвижный контакт снова замкнётся с неподвижным. В результате этих постоянных замыканий и размыканий контактов *4* и *5* скорость мотора будет поддерживаться неизменной.

Такова сущность действия электроконтактного регулятора.

Скорость вращения мотора регулируется ввёртыванием и вывёртыванием регулировочного винта *13*. При ввёртывании винта *13* мотор вращается быстрее, при вывёртывании мотор уменьшает обороты. Эту регулировку можно вести при вращающемся моторе, для чего, удерживая левой рукой головку муфты *12*, правой рукой вращают регулировочный винт *13*.

Чтобы отрегулировать вращение мотора на нормальную скорость (3 000 оборотов), применяют специальный камертон, прилагаемый заводом к каждому аппарату.

Установление нормальной скорости с помощью камертона основано на стробоскопическом эффекте.

Камертон имеет на своих ножках две пластинки. При колебании камертона между пластинками открывается щель, один раз за каждое полное колебание его ножек. На торце головки регулировочного винта регулятора нанесены четыре чередующихся сектора — два чёрных и два белых.

Частота камертона берётся соответствующей нормальному количеству оборотов мотора в секунду, следовательно, щель между пластинками колеблющегося камертона будет открываться столько же раз в секунду, сколько оборотов в секунду сделают чёрные сегменты головки винта. При этом, если смотреть сквозь щель на вращающийся стробоскопический диск головки винта, он будет казаться неподвижным (чёрные сегменты будут стоять на одном месте).

Если скорость мотора будет немного больше нормальной, то мы увидим кажущееся медленное вращение стробоскопического диска по ходу вращения мотора.

Если же нам кажется, что стробоскопический диск медленно вращается в сторону, обратную вращению мотора, то это значит, что скорость движения мотора меньше нормальной.

Движущие оси вращают отдельные механизмы передающей и приёмной частей аппарата.

В аппарате СТ-35 три оси:

— главная;

— регистровая (она же и промежуточная);

— ось автоматического передатчика.

Движущие оси вращаются электромотором непрерывно. Отметим, что оси являются весьма ответственными частями, так как от них зависит нормальное действие всех остальных механизмов аппарата.

Главная ось движущего механизма (рис. 165) несёт на себе наиболее ответственные детали, работа которых связана с набором знака и его отпечатыванием.

Ось расположена вертикально и представляет собой стальной стержень *15*, вращающийся в двух шариковых подшипниках *7* и *16*. Подшипники оси укреплены в обжимках, закреплённых в станине, которая укреплена на плато приёмной части аппарата двумя винтами.

На оси размещены: наборная муфта *8*, пускоостановочный механизм *4*, печатающий кулачок *11*, детали фрикционного сцепления *13* и две текстолитовые шестерни *1* и *14*. Большая шестерня *1* сцеплена с червяком мотора, а маленькая *14* со стальной шестернёй регистровой оси.

Наборная муфта *8* насажена на ось *15* свободно, т. е. она может вращаться вместе с осью или стоять на месте во время вращения оси. Муфта *8* вращается вместе с осью только в определённые моменты, в течение одного оборота, за счёт фрикционных сцеплений — верхнего *9* и нижнего *10*. Пускоостановочный механизм *4* имеет два храповика — ведомый *5* и ведущий *6*, и пружину сцепления *3*. Ведущий храповик *6* вращается вместе с осью непрерывно. Ведомый же храповик *5* вращается только в определённые моменты в течение одного оборота. Сцеплением и расцеплением этих храповиков управляет пусковой кулачок наборной муфты. Пусковой кулачок наборной муфты в конце набора знака воздействует на расцепляющий (стартстопный) рычаг *2*, который освобождает ведомый храповик *5*, и последний сцепляется с ведущим храповиком *6*.

Печатающий кулачок *11* вращается только вместе с ведомым храповиком в течение одного оборота и непосредственно взаимодействует с печатающим рычагом печатающего механизма. Дополнительное фрикционное сцепление *13* размещено в большой текстолитовой шестерне *1* главной оси. Оно служит для начального ускорения

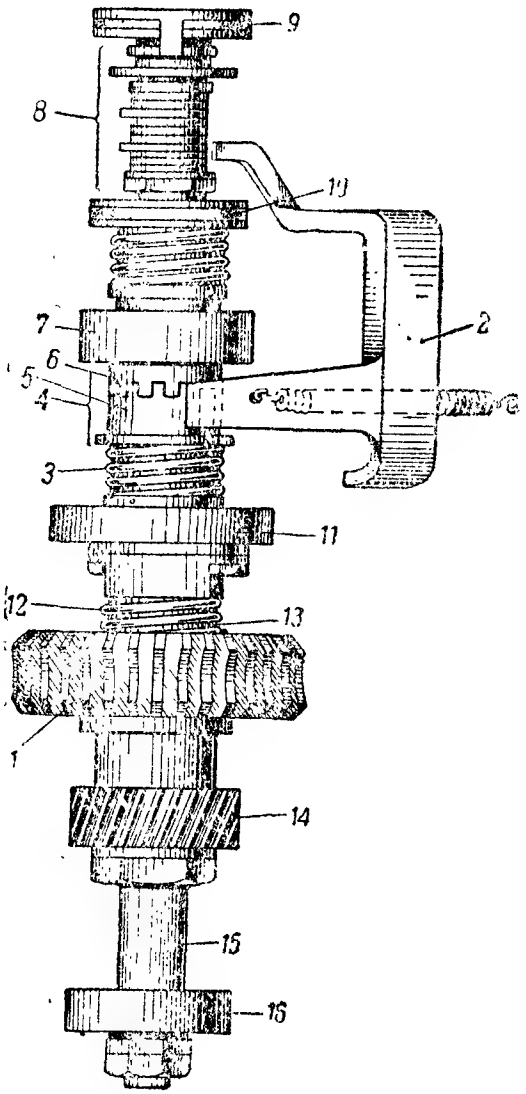


Рис. 165. Главная (первая) ось движущего механизма:

1 — большая текстолитовая шестерня; *2* — стартстопный рычаг; *3* и *12* — пружины; *4* — храповое сцепление; *5* — ведомый храповик; *6* — ведущий храповик; *7* и *16* — подшипники; *8* — наборная муфта; *9* — верхняя фрикция наборной муфты; *10* — нижняя фрикция наборной муфты; *11* — печатающий кулачок; *13* — дополнительное фрикционное сцепление; *14* — малая текстолитовая шестерня; *15* — ось

ведомого храповика. Этим обеспечивается сцепление храповиков *5* и *6* на ходу в тот момент, когда они имеют одну и ту же скорость, что предохраняет зубья храповика от поломки.

Вторая движущая, или регистровая, ось, общий вид которой дан на рис. 166, вращается за счёт сцепления с главной осью. Эта ось *7* в свою очередь вращает в определённые моменты регистровую муфту *10*. На оси размещены: малая стальная шестерёнка *5*, сцепленная с шестерней главной оси; большая

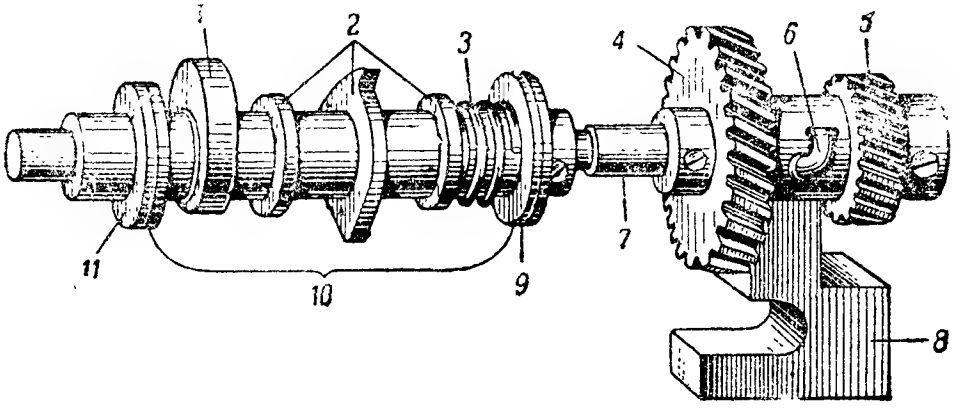


Рис. 166. Вторая движущая ось, или ось регистра:
1 — переводной кулачок; *2* — регистровые кулачки; *3* — пружина фрикции; *4* и *5* — стальные шестерёнки; *6* — маслёнка; *7* — ось; *8* — задняя стойка оси; *9* и *11* — фрикции регистровой муфты; *10* — регистровая муфта

стальная шестерёнка *4*, сцепленная с шестернёй на третьей движущей оси (оси передатчика), и два фрикционных сцепления *9* и *11*, за счёт которых вращается регистровая муфта *10*. Регистровая муфта *10* имеет регистровые кулачки *2* и переводной эксцентрик—кулачок *1*; она насажена на ось полужёстко, т. е. может вращаться вместе с осью или стоять на месте во время вращения оси. Муфта *10* вращается за счёт переднего и заднего фрикционных сцеплений и пружины сцепления *3*. Ось *7* вращается в двух подшипниках, укреплённых в стойках, из которых задний подшипник *6* укреплён в стойке *8* (передний со стойкой на рис. 166 не показан). Обе стойки закрепляются на плато приёмной части двумя винтами каждая.

Третья движущая ось, или ось передатчика (рис. 167). Третья движущая ось *4* вращается в двух подшипниках (передний на рис. 167 не показан). Задний подшипник укреплён в специальной стойке *7*, а передний — в основании передатчика. На оси *4* закреплена текстолитовая шестерёнка *6*, сцепленная с шестерёнкой регистровой (второй движущей) оси. В основании шестерёнки *6* укреплён ударный штифт *5*, взаимодействующий с сигнальным звонком (в аппаратах последних выпусков этого звонка нет). Ось передатчика вращает распределительную муфту *2* передатчика в определённые моменты в течение одного оборота. Муфта связана с осью полужёстко. На оси наглухо насажен ве-

дущий храповик *8*, который вращается вместе с осью непрерывно. Когда передатчик не работает, ведомый храповик *9* отведён от ведущего храповика (муфта не вращается). В определённые моменты грань реборды *10* освобождается, под действием пружины *3* храповики *8* и *9* сцепляются и муфта делает один оборот. Совершив оборот, храповики вновь расцепляются под воздействием стартстопного механизма передатчика, сжимая пружину *3*. Подъёмный кулачок *1* поднимает запорную скобу, когда распределительная муфта передатчика останавливается, и детали передатчика освобождаются для набора следующего знака.

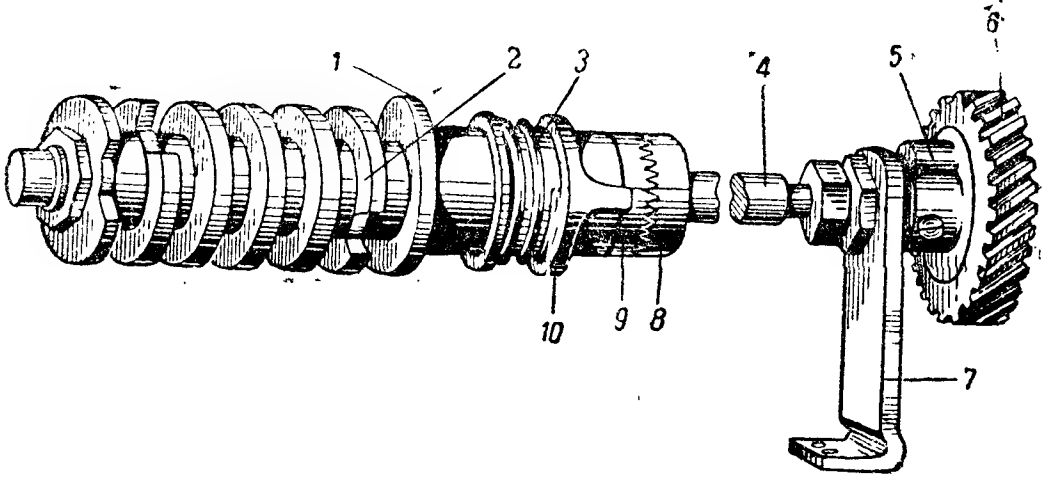


Рис. 167. Третья движущая ось, или ось передатчика:
1 — подъёмный кулачок; *2* — распределительная муфта передатчика; *3* — пружина; *4* — ось; *5* — звонковый штифт; *6* — текстолитовая шестеренка; *7* — задняя стойка оси; *8* — ведущий храповик; *9* — ведомый храповик; *10* — реборда муфты

Взаимодействие частей движущего механизма. Включение электромотора вызывает вращение движущих осей. Вращение движущих осей происходит следующим образом (рис. 160). Червяк, насаженный на вал мотора, вращает большую текстолитовую шестерню главной оси. Малая текстолитовая шестерёнка главной оси, сцепленная со стальной шестерёнкой на второй оси, ведёт вторую ось (ось регистра). Посредством сцепления шестерёнок оси регистра и оси передатчика движение со второй оси передаётся на ось передатчика.

§ 58. ПЕРЕДАЮЩАЯ ЧАСТЬ АППАРАТА СТ-35

Передающая часть аппарата СТ-35 предназначена для передачи знаков при помощи кодовых комбинаций, составленных из токовых и бестоковых посылок. Передающая часть (рис. 168) состоит из клавиатуры и стартстопного автоматического передатчика.

Клавиатура и автоматический передатчик собраны на металлическом плато передающей части, которое крепится на верхней плоскости цоколя аппарата *8* винтами.

Клавиатура. Посредством клавиатуры передаваемый знак изображается в виде условной кодовой комбинации. Образование комбинации осуществляется путём нажатия на клавишу; при этом одновременно пускается в ход и передатчик аппарата.

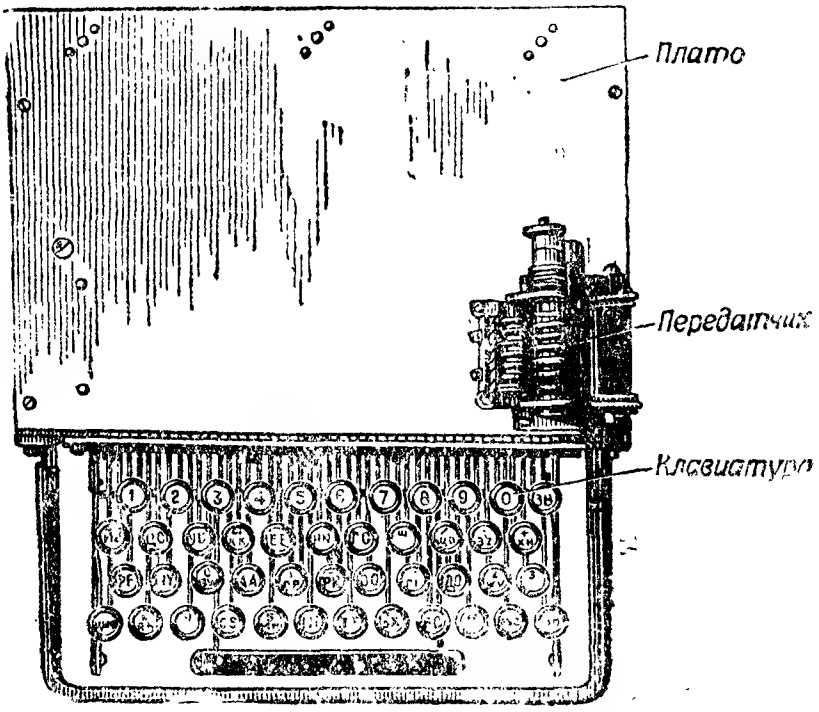


Рис. 168. Передающая часть аппарата СТ-35

Клавиатура (рис. 169) состоит из:

— комплекта клавиш;
— комплекта комбинаторных линеек (пять);
— спусковой линейки со спусковым рычагом;
— запорной линейки;
— комплекта промежуточных рычагов (пять).

Комплект клавиш состоит из клавишных рычагов и дугообразных возвращающих пружин. На головках клавиш обозначены знаки русского и латинско-тюркского алфавитов, а также цифры и знаки препинания, принятые при телеграфировании.

Рис. 169а. Клавиатура аппарата СТ-35 (вид сверху)

В аппарате СТ-35 принята четырёхрядная клавиатура, сходная с клавиатурой пишущей машинки. Клавиатура имеет 45 одинарных клавиш, расположенных в четыре ряда (ряды 1, 2, 3, 4 на рис. 169а), и одну клавишу, спаренную из двух рычагов (5-й ряд). По своему устройству все клавиши одинаковы; отличие состоит только в длине рычага и высоте его вертикального колена. Клавиша пробела несколько отличается по своему устройству от одинарной клавиши. Эта клавиша имеет вид планки, закреплённой на двух рычагах. Для подъёма клавиши пробела каждый её рычаг имеет возвращающую пружину.

Клавиши верхнего (первого) ряда служат для передачи цифр от 0 до 9 и сигнала звонка (клавиша, отмеченная знаком *Зв*). Клавиши второго, третьего и четвёртого рядов служат для передачи букв и знаков русского и латинско-тюркского алфавитов. В четвёртом ряду расположены ещё три клавиши с обозначениями «ЦИФ», «РУС» и «ЛАТ». Посредством этих клавиш осуществляется переход с букв на цифры (и наоборот) и с русского алфавита на алфавит латинско-тюркский (и наоборот). Клавиша пробела служит для посылки знака пробела между словами или группами передаваемых цифр.

Прежде чем начать передачу букв русского алфавита, надо нажать на клавишу «РУС», что заставит механизмы приёмника установиться для отпечатывания русских букв. Прежде чем начать передачу букв латинского алфавита, надо предварительно нажать на клавишу «ЛАТ», в этом случае механизмы приёмника установятся для отпечатывания только букв латинского алфавита.

Соответственно, чтобы передать какую-нибудь цифру, надо нажать на клавишу «ЦИФ»—механизмы приёмника установятся для отпечатывания цифр. Переходы механизмов приёмника из одного положения в другое в аппарате СТ-35 осуществляются особым регистровым механизмом, описание которого дано ниже.

Клавиатура (рис. 169г) собрана на отдельном плато, которое установлено на алюминиевой отливке (цоколе) аппарата.

Одинарная клавиша (клавишный рычаг) представляет собой согнутый под прямым углом клавишный рычаг *1* (рис. 169в). В верхней части колено рычага оканчивается головкой *2*. Буквы русского алфавита расположены на трафаретке слева, а буквы латинского алфавита — справа. На некоторых клавишах нанесено три знака (третий знак вверху). Например, на клавише русской буквы «Л» имеется вверху знак равенства, это значит, что передать этот третий знак можно только после предварительного нажатия на клавишу «ЦИФ», так как знак отнесен к цифровому регистру. Это замечание относится к буквам русского алфавита, расположенным на клавишах Ш, Э, Ч и Ю, т. е. эти буквы также передаются после предварительного нажатия на клавишу «ЦИФ».

В задней части клавишный рычаг имеет прорезь *5*, посредством которой он надевается на ось *4*; на этой оси сидят все рычаги клавиатуры. В середине, на нижнем ребре рычага, сделан неболь-

шой вырез, в который вставляется один конец возвращающей дугообразной пружины *6*. Второй конец возвращающей пружины вставляется в отверстие металлической опорной рамы *7*. Дугообразная пружина возвращает клавишный рычаг в исходное положение.

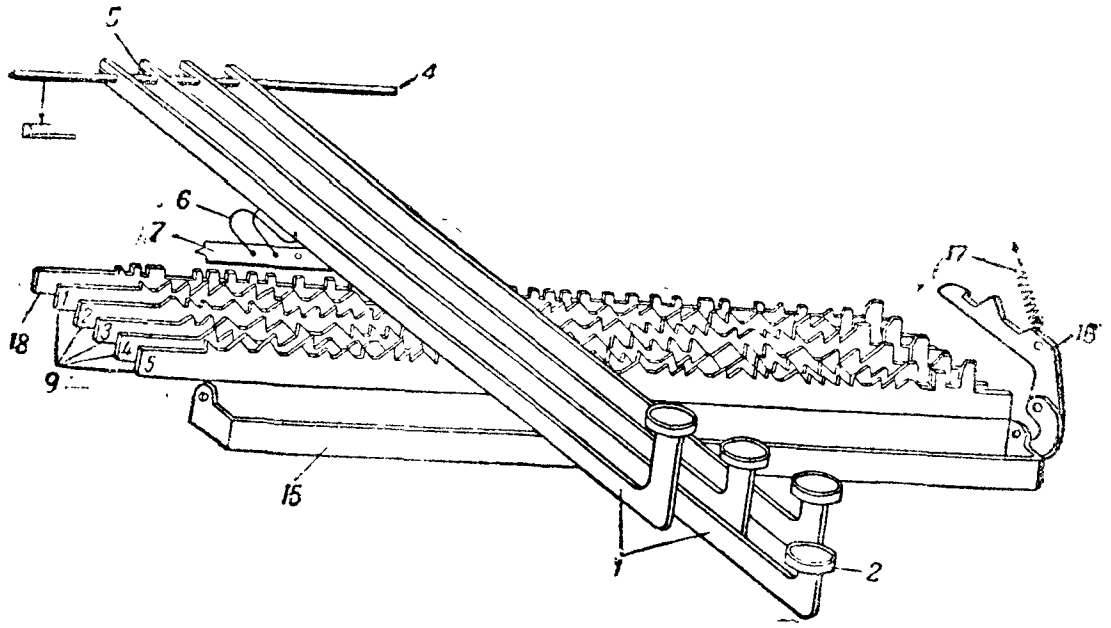


Рис. 169б. Линейки клавиатуры аппарата СТ-35:

1 — клавишные рычаги; *2* — головка; *4* — ось; *5* — вырез; *6* — дугообразная пружина; *7* — опорная рама; *9* — комбинаторные линейки; *15* — спусковая линейка; *16* — спусковой рычаг; *17* — пружина; *18* — запорная линейка

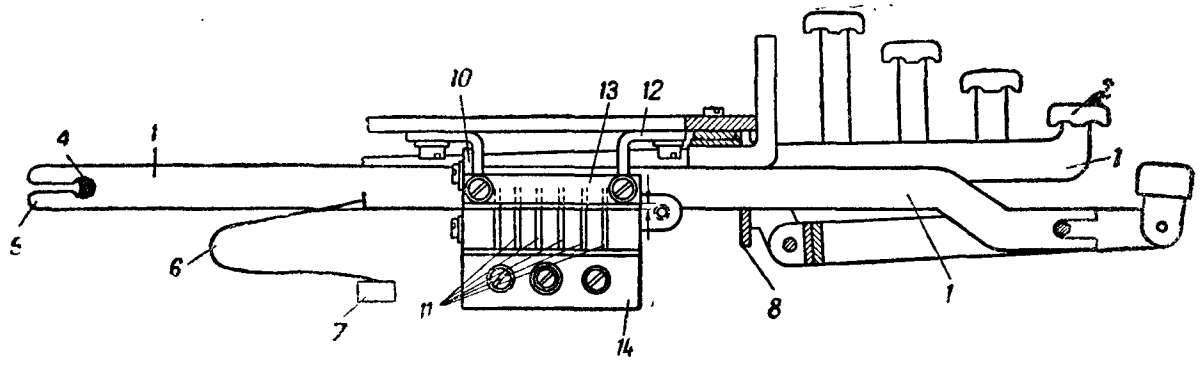


Рис. 169в. Вид на детали клавиатуры сбоку:

1 — клавишный рычаг; *2* — головка; *4* — ось; *5* — вырез; *6* — дугообразная пружина; *7* — опорная рама; *8* — передняя направляющая гребёнка; *10* — задняя направляющая гребёнка; *11* — шлицы; *12* — угольник; *13* и *14* — опорные планки

Клавишные рычаги размещены в прорезях двух направляющих гребёнок (рис. 169в и 170) — передней *8* и задней *10*. Направляющие гребёнки определяют правильное положение клавиш во время работы, и таким образом исключаются ошибки при взаимодействии клавишных рычагов с зубцами комбинаторных линеек.

Комплект комбинаторных линеек. В соответствии с кодом, в аппарате СТ-35 имеется пять комбинаторных линеек.

Комбинаторные линейки являются наиболее ответственной частью клавиатуры, так как от них зависит правильный набор комбинации передаваемого знака.

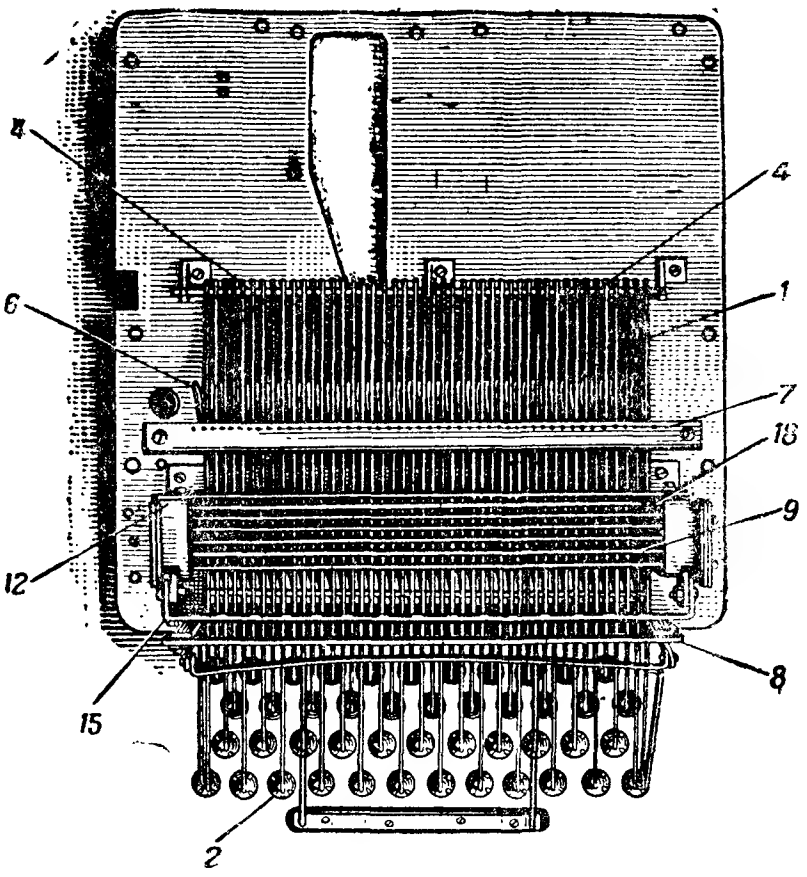


Рис. 169г. Вид на детали клавиатуры снизу:

1 — клавишный рычаг; *2* — голо ка; *4* — ось; *6* — дугообразные пружины; *7* — опорная рама; *8* — передняя направляющая гребёнка; *9* — комбинаторные линейки; *12* — угольник; *15* — спусковая линейка; *18* — запорная линейка

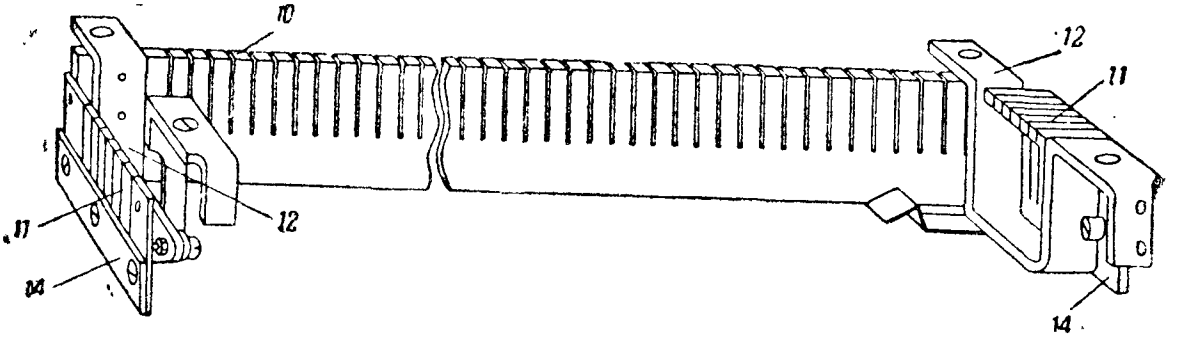


Рис. 170. Задняя направляющая гребёнка:

10 — гребенка; *11* — направляющие гребёнки линеек; *12* — угольник; *14* — нижние опорные планки

Комбинаторная линейка (рис. 171) представляет собой стальную планку с зубцами *1* неправильной формы на верхнем ребре. Скосы зубцов обращены как влево, так и вправо. Такая форма зубцов линейки получается путём расчёта линеек в соответствии с кодом.

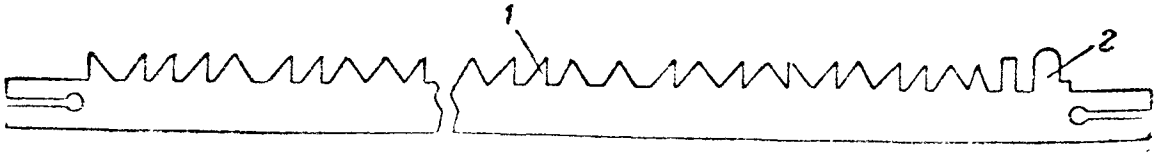


Рис. 171. Комбинаторная линейка:

1 — зубцы; *2* — вырез

Нижним гладким ребром комбинаторная линейка опирается на стальные полированные подкладки (для уменьшения трения при перемещениях линеек), на которых линейка свободно перемещается или влево или вправо.

На правом конце комбинаторной линейки сделан прямоугольный вырез *2*, посредством которого линейка связана с промежуточным рычагом. Концы линеек пропущены через направляющие прорези опорных угольников.

Комбинаторные линейки расположены так: первая (задняя), затем вторая, третья, четвёртая и, наконец, впереди пятая линейка. На рис. 169б линейки соответственно отмечены цифрами 1, 2, 3, 4, 5.

При нажатии на какую-либо из клавиш рычаг *1* опускается, попадая на скосы зубцов комбинаторных линеек. Силой нажатия рычаг перемещает линейки вправо или влево (в зависимости от скосов зубцов), образуя комбинацию передаваемого знака. Комбинация, набираемая на линейках, будет зависеть от того, на какую клавишу мы в данный момент нажали. Нажимая на разные клавиши, мы по-разному расположим и комбинаторные линейки. То или иное расположение пяти комбинаторных линеек и представляет собой условное изображение передаваемого знака (первая стадия передачи знака). Всего различных комбинаций можно набрать 32.

Для передачи знаков надо последовательно нажимать на клавиши, при этом ранее набранная комбинация разрушается и образуется новая комбинация, соответствующая второму передаваемому знаку.

Благодаря скосам зубцов комбинаторные линейки перемещаются так, что при любом нажатии на клавишу линейки обязательно расположатся в соответствии с кодовой комбинацией, отвечающей данному знаку. Отметим, что токовой посылке (замыканию цепи) соответствует крайнее левое положение линейки, а бестоковой — крайнее правое положение.

Перемещение комбинаторных линеек происходит только под действием клавиш, воздействующих на скосы зубцов всех линеек. Никаких оттягивающих пружин или других приспособлений линейки не имеют. Поэтому в промежутках между двумя нажатиями линейки остаются неподвижными, сохраняя то положение, в которое они были установлены первым нажатием.

Все комбинаторные линейки размещаются в щелях *11* двух направляющих гребёнок (рис. 169в и 170), укреплённых в правом и левом угольниках *12*. К гребёнкам соответственно крепятся нижние опорные планки *14* и верхние пластины *13*. Грани этих пластин хорошо отполированы, на них опираются комбинаторные линейки.

Направляющие гребёнки линеек собраны в одно целое с задней направляющей гребёнкой клавишных рычагов.

Спусковая линейка (рис. 169б и 172) управляет пуском передатчика при нажатии на любую из клавиш клавиатуры. Эта линейка расположена впереди комбинаторных линеек.

Спусковая линейка *15* имеет форму скобы с загнутыми концами *1* и *2*. В загнутых концах имеются гнёзда *3*, куда входят концы винтов-осей линейки, ввёрнутых в опорные угольники комбинаторных линеек таким образом, что спусковая линейка может на них свободно поворачиваться. Правый конец спусковой линейки имеет придаток *4*, с помощью которого с линейкой шарнирно связан спусковой рычаг *16*, взаимодействующий со стартстопным механизмом передатчика.

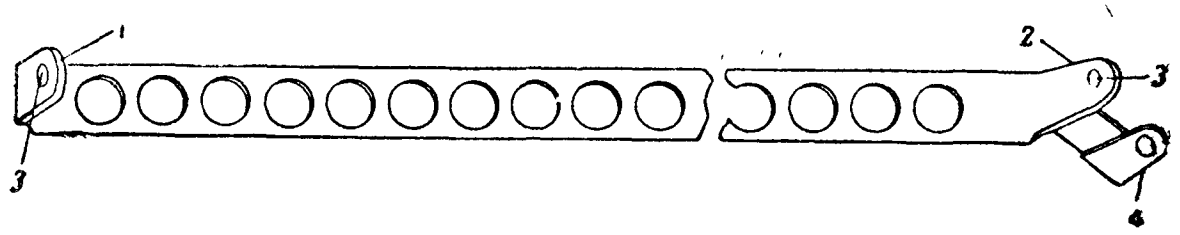


Рис. 172. Спусковая линейка:
***1* и *2* — загнутые концы; *3* — гнёзда; *4* — придаток**

Спусковая линейка своей верхней гранью располагается под клавишными рычагами. Таким образом, нажимая на любую из клавиш, мы обязательно нажмём и на спусковую линейку, которая под действием клавиши опускается. В своё нормальное приподнятое положение спусковая линейка возвращается спиральной пружиной *17*.

В тот момент, когда линейка опускается, она оттягивает вперёд спусковой рычаг, который своим крючком подействует на стартстопный механизм передатчика и передатчик пускается в ход.

Для регулировки положения спускового рычага под ним закреплена регулировочная упорная пластина.

Запорная линейка (рис. 169б и 173) запирает клавиши цифрового регистра, когда работают на клавишах буквенного регистра, и наоборот. Отметим, что клавиши, имеющие три знака, не запираются, так как они участвуют в работе и на буквенном и на цифровом регистрах.

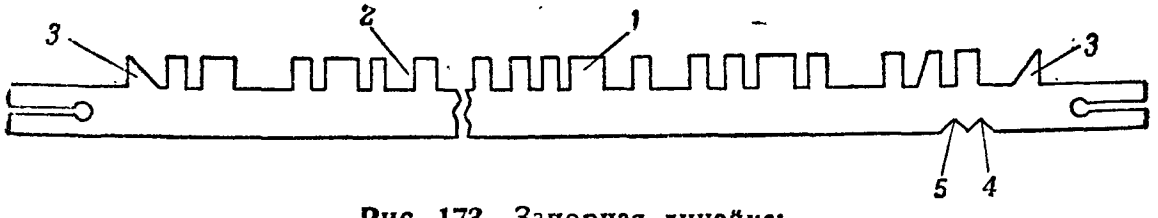


Рис. 173. Запорная линейка:
***1* — выступы; *2* — выемки; *3* — косые зубцы; *4* и *5* — вырезы**

На верхнем ребре запорной линейки *18* по всей длине сделаны прямоугольной формы выступы *1* и выемки *2*. Кроме того, на линейке имеются косые зубцы *3*, с помощью которых линейка перемещается при нажатии клавиш «РУС», «ЦИФ» и «ЛАТ».

На нижнем ребре линейки сделаны два выреза *4* и *5*, в которые западает выступ плоской пружины, фиксирующей положение линейки на буквенном или цифровом регистрах.

Работа запорной линейки происходит следующим образом. При нажатии на клавишу «ЦИФ» (цифрового регистра) последняя своим рычагом надавит на скошенный зуб *3* запорной линейки и заставит линейку переместиться влево, благодаря чему прямоугольные выступы *1* встанут напротив клавишных рычагов буквенного регистра, а выемки *2*—напротив клавишных рычагов цифрового регистра. Таким образом, клавишные рычаги буквенного регистра будут «заперты», при нажатии на них не будут опускаться (упираясь в выступы запорной линейки), а клавиши цифрового регистра будут свободно опускаться, так как под ними находятся выемки линейки.

При нажатии на клавишу «РУС» запорная линейка переместится вправо; теперь клавиши цифрового регистра будут «заперты», а буквенного регистра — открыты.

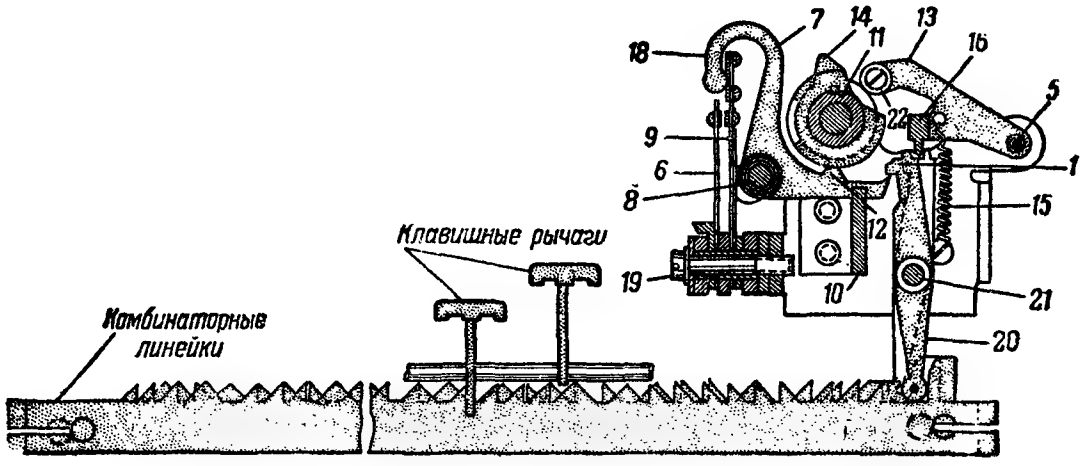


Рис. 174. Передатчик (вид на детали в разрезе):
5 и *8* — оси; *6* и *9* — контактные пружины; *7*—контактный рычаг; *10*—гребёнка; *11* — муфта; *12* — выступ; *13* — скоба; *14* — кулачок; *15* — пружина; *16* — нож; *17* — клюв; *18* — плечо рычага; *19* — винт; *20* — промежуточный рычаг; *21* — ось промежуточных рычагов

Промежуточные рычаги (рис. 174). Механическая комбинация, набранная на комбинаторных линейках, передаётся на контактный механизм автоматического передатчика с помощью промежуточных рычагов *20*, взаимодействующих с контактными рычагами *7* и комбинаторными линейками. Рычаги *20* являются связующим звеном между клавиатурой и автоматическим передатчиком.

Всего промежуточных рычагов пять (по числу комбинаторных линеек). Они насажены со свободным вращением на общую ось *21*. По своему устройству все рычаги одинаковы. Нижние концы рычагов своей закруглённой частью входят в прямоугольные вырезы комбинаторных линеек, а верхние имеют клюв *17* и заостренный выступ. При перемещении комбинаторной линейки вправо верхний конец соответствующего ей промежуточного рычага поворачивается влево и своим клювом располагается над концом горизонтального плеча контактного рычага *7*. Если же комбинаторная линейка переместится влево, то верхний конец соответствующего ей проме-

жуточного рычага повернётся вправо и его клюв освобождает контактный рычаг.

Взаимодействие частей клавиатуры (рис. 169). С помощью описанных выше приборов клавиатуры осуществляется:

—набор передаваемого знака кодовой комбинации путём расположения комбинаторных линеек — механическая комбинация;

—передача механической комбинации, набранной на комбинаторных линейках, на передатчик, что осуществляется за счёт связи промежуточных рычагов с линейками и контактными рычагами передатчика;

—пуск в ход передатчика, чем обеспечивается превращение механической комбинации, набранной на линейках, в комбинацию электрическую.

Взаимодействие частей клавиатуры при нажатии на клавишу происходит следующим образом.

При нажатии на клавишу её рычаг идёт вниз, поворачиваясь на своей оси. Нижняя грань клавишного рычага, попадая на скосы зубьев комбинаторных линеек, заставит линейки переместиться — одни вправо, а другие влево (в зависимости от передаваемого знака). Такое расположение линеек и отвечает кодовой комбинации передаваемого знака.

Одновременно клавишный рычаг действует на спусковую линейку, и последняя, поворачиваясь на своих винтах-осях, тянет за собой придаток и связанный с ним спусковой рычаг. Спусковой рычаг, перемещаясь, действует на передатчик так, что последний с этого момента начнёт вращаться.

Так как в выступы комбинаторных линеек входят промежуточные рычаги, то комбинация с линеек будет передана на передатчик, который затем за время одного оборота муфты превратит механическую комбинацию линеек в электрическую.

§ 59. СТАРТСТОПНЫЙ ПЕРЕДАТЧИК

Стартстопный передатчик превращает механическую комбинацию, набранную на комбинаторных линейках, в электрическую комбинацию, которая автоматически посылается на линию в виде пяти токовых и бестоковых посылок. Кроме того, механизмы передатчика сохраняют набранную механическую комбинацию на всё время, пока она превращается в комбинацию электрическую.

Передатчик (рис. 174 и 175) состоит из:

— стартстопного механизма;
— распределительной муфты;
— контактной системы;
— запорного механизма.

Стартстопный механизм (рис. 175) служит для пуска в ход распределительной муфты, что соответствует пуску в ход передатчика, и автоматической остановки её после того, как она сделает один оборот.

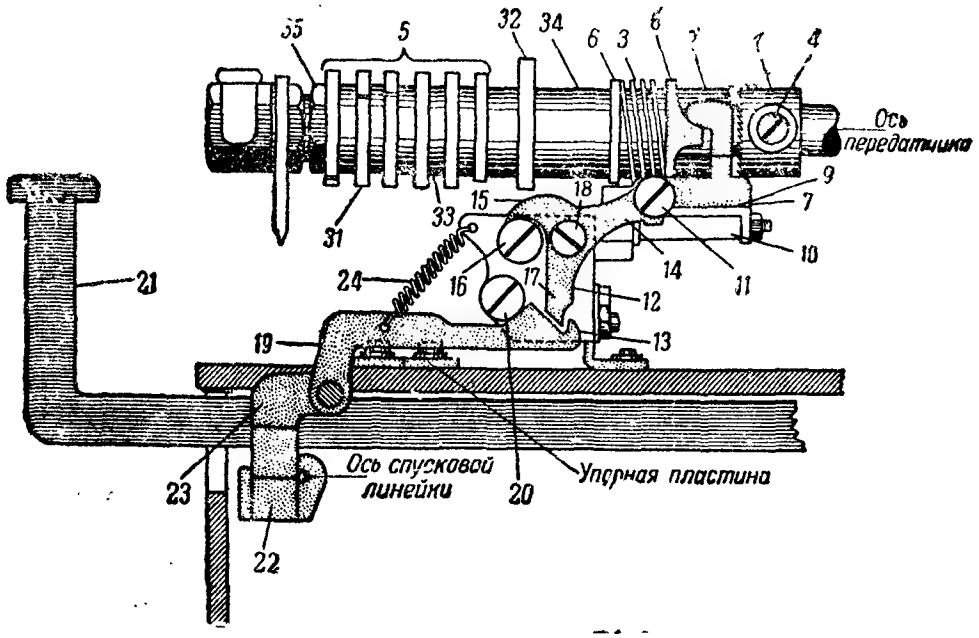


Рис. 175. Передатчик (вид со стороны стартстопного механизма):

1 и *2* — храповики; *3* и *24* — пружины; *4*, *11*, *16*, *18* и *20* — винты; *5* — распределительная муфта; *6* — реборда; *7* — стоповый рычаг; *9* — плечо стопового рычага; *10* — ось; *12* — трёхплечий промежуточный рычаг; *13* — крючок; *14*, *15* и *17* — плечи промежуточного рычага; *19* — спусковой рычаг; *21* — клавиша; *22* — спусковая линейка; *23* — придаток; *31* — наборные диски; *32* — подъемный кулачок; *33* — шайбы; *34* — втулка; *35* — крепительная гайка

Стартстопный механизм состоит из:

а) храпового сцепления;
б) стопового рычага;
в) трёхплечего промежуточного рычага;
г) регулировочных винтов с эксцентрическими головками.

Храповое сцепление имеет два храповика — ведущий *1* и ведомый *2*, и пружину сцепления *3*. Ведущий храповик наглухо закреплён на оси передатчика винтом *4*. Ведомый храповик соединён с распределительной муфтой *5* так, что может не только вращаться вместе с муфтой, но и в некоторых пределах перемещаться вдоль оси.

Пружина сцепления *3*, размещённая между ребордой *6* муфты и ребордой ведомого храповика, всё время стремится прижать ведомый храповик к ведущему. Но в спокойном положении этому препятствует стоповый рычаг *7*, и пружина остаётся сжатой, а храповики расцепленными. Как только стоповый рычаг *7* освободит ведомый храповик *2*, пружина разжимается, толкает ведомый храповик в сторону ведущего, они сцепляются, и распределительная муфта начинает вращаться.

Стоповый рычаг *7* насажен на ось *10* и имеет два плеча: вертикальное и горизонтальное *9*. Вертикальное плечо рычага *7* действием спиральной пружины (на рис. 175 её не видно) всё время прижимается к ведомому храповику, горизонтальное же плечо *9* находится под эксцентрическим винтом *11*, ввёрнутым в правое

плечо промежуточного рычага *12*. Стоповый рычаг управляет сцеплением и расцеплением ведомого храповика с ведущим.

Трёхплечий промежуточный рычаг *12* является связующим звеном между спусковым рычагом *19* и стоповым рычагом *7*. В правое плечо *14* трёхплечего рычага ввёрнут эксцентрический винт *11*, взаимодействующий с плечом *9* стопового рычага, а левое плечо *15* опирается на эксцентрический регулировочный винт *16*.

Вертикальное плечо *17* трёхплечего рычага имеет внизу носик с наклонной плоскостью. Носик плеча *17* находится несколько ниже крючка *13* спускового рычага *19*.

Регулировочные винты *11*, *16* и *20* имеют эксцентрические головки. Винтом *11* регулируется связь между правым плечом *14* трёхплечего рычага *12* и горизонтальным плечом *9* стопового рычага. Винтом *16* регулируется размах колебаний рычага *12* и положение носика вертикального плеча *17* относительно крючка *13* спускового рычага *19*. Винтом *20* регулируется захват между крючком *13* и носиком вертикального плеча *17*, делая этот захват независимым от продолжительности нажатия на клавишу. Без этого винта крючок *13* не мог бы заходить на левую сторону носика, что повлекло бы за собой двойную посылку тока при продолжительном нажатии на клавишу *21*. Этот же винт *20* обеспечивает расцепление крючка с носиком раньше, чем муфта закончит оборот.

Взаимодействие частей стартстопного механизма (рис. 174 и 175). Рассмотрим работу частей этого механизма как при пуске в ход распределительной муфты, так и при остановке её.

В спокойном положении части занимают такое положение, как дано на рис. 175, т. е.:

— крючок *13* спускового рычага находится справа от плеча *17* трёхплечего рычага;

— стоповый рычаг *7* своим вертикальным плечом прижат к ведомому храповику *2*;

— ведомый храповик *2* отведён от ведущего — *1*, храповики расцеплены и, следовательно, муфта *5* стоит на месте, а ведущий храповик *1* вращается вместе с осью;

— пружина *3* храпового сцепления сжата.

Пусть телеграфист нажимает на какую-либо клавишу, тогда спусковая линейка *22* будет поворачиваться на своих винтах-осях и её придаток *23* потянет вперёд (справа налево на рис. 175) спусковой рычаг *19*.

Когда рычаг *19* идёт справа налево, крючок *13* тянет за собой вертикальное плечо *17* трёхплечего рычага *12*. Рычаг *12* поворачивается и своим горизонтальным плечом *14* с винтом *11* давит на горизонтальное плечо *9* стопового рычага *7*. Стоповый рычаг в этот момент поворачивается на своей оси *10* и вертикальное плечо этого рычага отходит от реборды ведомого храповика *2* настолько, что храповик *2* освобождается (так рассчитаны эти части). Как только стоповый рычаг освободит храповик *2*, пружина *3* немедлен-

но разожмётся и толкнёт ведомый храповик в сторону ведущего. Храповики сцепятся и распределительная муфта начнёт вращаться. Крючок *13* спускового рычага *19* тянет за собой вертикальное плечо трёхплечего рычага до тех пор, пока наклонная грань спускового рычага *19* не дойдёт до винта *20*. После этого грань начнёт скользить по головке винта, и спусковой рычаг начнёт опускаться. В момент наибольшего опускания рычага *19* произойдёт расцепление между носиком и крючком, и в этот момент промежуточный и стоповый рычаги под действием пружины стопового рычага возвратятся в исходное положение. Стоповый рычаг своим вертикальным плечом снова прижимается к ведомому храповику. Так как распределительная муфта *5* вращается, то наступит такой момент, когда наклонная грань реборды *6* начнёт находить на вертикальное плечо стопового рычага и ведомый храповик начнёт отходить от ведущего.

В результате такого взаимодействия между ребордой и плечом стопового рычага в конце оборота муфты ведомый храповик отводится от ведущего, храповики расцепятся и муфта остановится. В этот момент пружина сцепления *3* снова будет сжата.

Возвращение рычага *19* происходит под действием пружины *24*. Когда стоповый рычаг возвращается в исходное положение, его крючок *13* дойдёт до носика трёхплечего рычага *12*, начнёт скользить по его наклонной плоскости и под действием пружины *24* рычаг *19* вновь заходит на правую сторону вертикального плеча промежуточного трёхплечего рычага.

Распределительная муфта совместно с контактными рычагами и контактными пружинами превращает механическую комбинацию в электрическую.

Муфта устроена таким образом. На бронзовую втулку, имеющую продольную канавку, надеты шесть распределительных дисков *31* с выемками и подъёмный кулачок *32*. Диски отделены друг от друга и от кулачка разделительными шайбами *33* и закреплены на втулке шпоночным креплением. Диски и шайбы плотно прижимаются друг к другу навинченной на конец втулки крепительной гайкой *35*. Втулка муфты имеет справа два выреза, куда заходят выступы-пальцы ведомого храповика, что обеспечивает сцепление муфты с ведомым храповиком.

Выемки дисков расположены по винтовой линии с небольшим перекрытием так, чтобы к концу одной посылки начиналась без перерыва другая. Иначе говоря, если в комбинации следуют подряд два токовых импульса, то разрыва между ними не будет. Такое расположение вырезов на дисках распределительной муфты сделано в расчёте на работу аппарата током одного направления по линиям небольшого протяжения.

Расположение выемок по винтовой линии обеспечивает последовательное срабатывание за один оборот всех контактов рычагов. Так, сначала сработает стоповый рычаг, затем по порядку срабатывают пять рабочих контактных рычагов, начиная с первого (по порядку 1—2—3—4—5, считая от стопового), и, наконец, снова

сработает стоповый рычаг. Таким образом, за время одного оборота муфты посылаются на линию импульс старта, пять импульсов комбинации и, наконец, импульс стопа.

Контактная система (см. рис. 174) состоит из шести пар контактных пружин, действующих на шесть контактных рычагов. Все шесть контактных рычагов *7* надеты со свободным вращением на ось *8*. Каждый контактный рычаг имеет два плеча: загнутое вертикальное *18* и горизонтальное с выступом *12*. Горизонтальные плечи рычагов пропущены через направляющую грёбенку *10* и их концы находятся ниже клювообразных концов *17* промежуточных рычагов *20*. Контактные пружины крепятся винтами *19* к стойке передатчика и изолированы одна от другой, от стойки и от винтов прокладками.

Правые (внутренние) пружины *9* имеют контакт и изоляционную пластинку. К этой пластинке прижимается загнутая часть вертикального плеча *18* контактного рычага. Левые (наружные) пружины *6* вверху также имеют контакт, расположенный напротив контакта внутренней пружины. Все шесть наружных пружин электрически соединены параллельно, точно так же соединены и внутренние пружины.

В спокойном положении внутренние пружины отведены от наружных контактными рычагами, так как выступы *12* горизонтального плеча находятся на наибольшем радиусе (выступе) диска распределительной муфты *11*. Исключение составляют стоповые контактные пружины, которые в спокойном положении всегда замкнуты.

Запорный механизм (см. рис. 174). Чтобы во время вращения распределительной муфты автоматического передатчика набранная на промежуточных рычагах комбинация не могла сбиться от сотрясений аппарата (или из-за преждевременного нажатия следующей клавиши), имеется запорный механизм, который запирает промежуточные рычаги на время превращения набранной на линейках механической комбинации в электрические посылки тока.

Запорный механизм имеет запорную скобу *13* с роликом и отсекающим ножом *16* и спиральную пружину *15*. Скоба вращается на оси *5*. Когда автоматический передатчик стоит на стопе, запорная скоба приподнята подъёмным кулачком *14*, и отсекающий нож *16* располагается выше заостренных выступов промежуточных рычагов. Как только муфта автоматического передатчика начнёт вращаться, подъёмный кулачок уходит из-под ролика скобы, скоба опускается и её нож помещается между выступами промежуточных рычагов. Промежуточные рычаги вместе с комбинаторными линейками оказываются запертыми до тех пор, пока не будет отправлен последний (пятый) кодовый импульс тока, т. е. к концу оборота муфты.

После передачи всей кодовой комбинации кулачок приподнимает запорную скобу и промежуточные рычаги, а следовательно и комбинаторные линейки, будут освобождены для следующего очередного набора комбинации.

Таким образом, при помощи вышеописанных механизмов передатчика осуществляется:

— превращение механической комбинации в комбинацию электрических посылок тока и отправление за каждый оборот пяти рабочих и двух дополнительных посылок тока для коррекции (исправления), из которых одна стартовая (бестоковая) и одна стоповая (токовая);

— запирание набранной механической комбинации на время её превращения в электрические посылки, благодаря чему исключается возможность самопроизвольного разрушения этой комбинации, т. е. исключаются ошибки.

Взаимодействие механизмов передающей части аппарата. Когда аппарат стоит на стопе, механизмы занимают такое положение:

а) ведущий храповик вместе со второй движущей осью вращается;

б) ведомый храповик отведён от ведущего, и распределительная муфта стоит неподвижно;

в) задняя (стоповая) пара контактных пружин замкнута, и в цепи проходит ток, а пять пар рабочих (кодовых) контактных пружин разомкнуты;

г) запорная скоба приподнята подъемным кулачком;

д) крючок спускового рычага находится справа от вертикального плеча промежуточного рычага.

Взаимодействие механизмов при передаче буквы Т (рис. 174, 175, 176, 177). При нажатии на клавишу буквы Т клавишный рычаг опускается и давит на скосы зубцов комбинаторных линеек так, что первая, третья и пятая линейки передвинутся влево, а вторая и четвёртая вправо. Вместе с линейками переместятся и промежуточные рычаги, причём они устано-

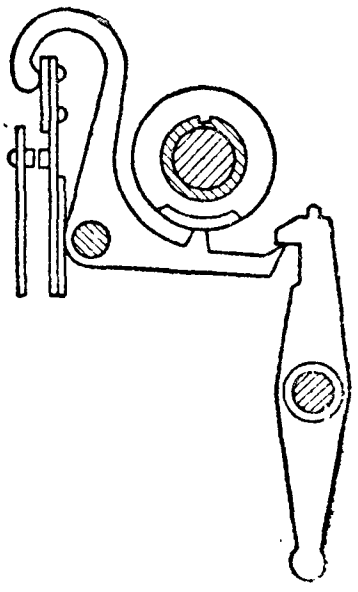


Рис. 176. Положение контактов передатчика, когда контакт разомкнут (бестоковая посылка)

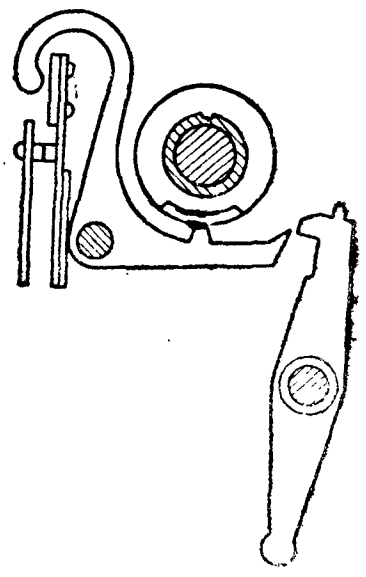


Рис. 177. Положение контактов передатчика, когда контакт замкнут (токовая посылка)

вятся в соответствии с комбинацией буквы Т, т. е. первый, третий и пятый рычаги своими клювами отойдут от горизонтальных плеч своих контактных рычагов, а второй и четвёртый рычаги станут над горизонтальными плечами своих контактных рычагов.

Одновременно клавишный рычаг буквы Т давит на спусковую линейку, которая, поворачиваясь на своих винтах-осях, тянет вперёд (по чертежу справа налево) спусковой рычаг *19*. Когда спусковой рычаг идёт вперёд, его крючок *13* захватывает конец вертикального плеча промежуточного рычага и поворачивает его вокруг своей оси. Когда промежуточный рычаг поворачивается, то он через эксцентрический винт *11* (на плече *14* — рис. 175) действует на горизонтальное плечо стопового рычага *7* так, что стоповый рычаг повернётся и его вертикальное плечо отойдёт от реборды ведомого храповика. Храповик, не удерживаемый больше стоповым рычагом, под влиянием пружины сцепления *3* переместится вдоль оси к ведущему храповику, сцепится с ним, и распределительная муфта автоматического передатчика начнёт вращаться, совершая один оборот.

При перемещении спускового рычага *19* вперёд он своей наклонной плоскостью наскочит на головку эксцентрического винта *20* (нижний), вследствие чего рычаг опустится, и между крючком *13*, спусковым рычагом и концом вертикального плеча *17* промежуточного рычага зацепление нарушится. В результате промежуточный рычаг освобождается и переходит в первоначальное положение, а стоповый рычаг под действием своей пружины вновь прижимается вертикальным плечом в ведомому храповику. В начале вращения распределительной муфты выступ шестого контактного рычага (стопового) выходит из выемки на поверхность наибольшего радиуса своего диска; шестая пара контактных пружин размыкается, разрывая цепь, и в линию посылается первая, так называемая бестоковая, посылка для пуска в ход приёмной части аппаратов (передающего и приёмного). Затем выемки дисков последовательно, начиная с первого, будут проходить над выступами своих контактных рычагов. Когда выемка первого диска проходит над выступом первого контактного рычага, выступ западёт в выемку, первая пара контактных пружин замкнётся (рис. 177), цепь будет замкнута и в линию идёт первая рабочая, так называемая токовая, посылка.

Когда выемка второго диска проходит над выступом второго контактного рычага, его выступ не может запасть в выемку, так как второй контактный рычаг удерживается промежуточным рычагом (рис. 176), и, следовательно, вторая пара контактных пружин не замыкается, цепь будет разомкнута, и в линию идёт вторая рабочая (бестоковая) посылка.

Затем третья пара пружин, так же как и первая, замыкается, и в линию идёт третья рабочая (токовая) посылка; четвёртая пара контактных пружин, так же как и вторая пара, не замыкается (четвёртый рычаг удерживается промежуточным рычагом), и в линию идёт четвёртая рабочая (бестоковая) посылка.

Наконец, замыкается пятая пара пружин (так же как первая и третья), и в линию идёт пятая рабочая (токовая) посылка.

После отправления пятой рабочей посылки шестая пара контактных пружин замкнётся, и в линию идёт токовая посылка для остановки приёмного аппарата (стоп).

Все контактные рычаги своими выступами западают в выемки распределительных дисков муфты благодаря действию на них внутренних длинных контактных пружин.

§ 60. ПРИЕМНАЯ ЧАСТЬ АППАРАТА СТ-35, ЕЕ НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Приёмная часть аппарата СТ-35, общий вид которой показан на рис. 178, служит для приёма электрических посылок тока, посланных передатчиком, и отпечатывания знака на ленте в соответствии с принятой кодовой комбинацией.

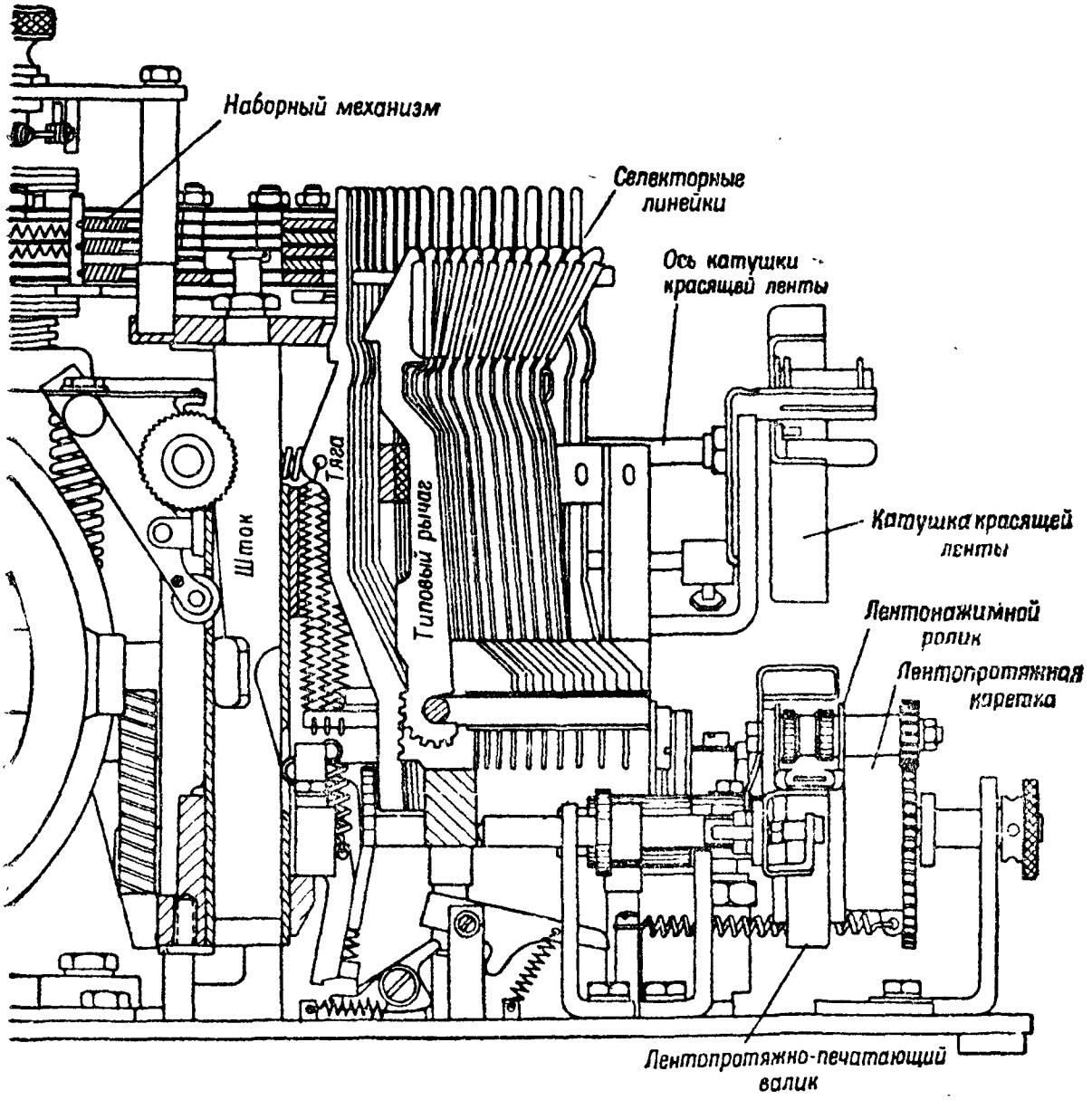


Рис. 178. Приёмная часть аппарата СТ-35 (общий вид)

Приёмная часть СТ-35 состоит из следующих механизмов и частей:

1. Электромагнитного механизма.
2. Стартстопно-коррекционного механизма.
3. Приспособления для установки фазы (фазоустановителя).
4. Наборного механизма.
5. Селекционного механизма.
6. Пускоостановочного механизма.
7. Печатающего механизма.
8. Механизма продвижения бумажной ленты.
9. Механизма продвижения красящей ленты.
10. Реверсионного механизма.
11. Регистрового механизма.
12. Механизма блокировки продвижения бумажной ленты.
13. Сигнального звонка.

Совместное действие механизмов, поименованных в пунктах 1—4, обеспечивает (при работе аппарата): пуск в ход и остановку наборной муфты наборного механизма; приём электрической кодовой комбинации и превращение её во временную механическую комбинацию; согласование движения наборной муфты приёмника с движением распределительной муфты передатчика; воздействие в определённый момент на пускоостановочное приспособление для пуска в ход печатающего механизма.

Совместное действие механизмов, поименованных в пунктах 5—13, обеспечивает: расшифрование временной механической комбинации, набранной на деталях наборного механизма, путём выбора какой-либо одной типовой тяги; отпечатывание знака на бумажной ленте; продвижение бумажной и красящей лент; переход с букв на цифры и наоборот (переход с одного регистра на другой); блокировку бумажной ленты при переходе с регистра на регистр; перематывание красящей ленты с одной катушки на другую; подачу служебного акустического сигнала (звонок) телеграфисту, работающему на аппарате СТ-35.

Электромагнитный механизм приёмника

Электромагнитный механизм приёмника, вид на который сверху показан на рис. 179, служит для:

— приёма электрических посылок старта, стопа и пяти посылок кодовой комбинации принимаемого знака;

— воздействия на стартстопно-коррекционный механизм при приёме посылок старта, благодаря чему пускается в ход наборная муфта;

— воздействия на наборный механизм при приёме посылок кодовой комбинации знака, благодаря чему принятая электрическая комбинация превращается во временную механическую, набираемую на деталях наборного механизма.

Электромагнитый механизм состоит из:

— приёмного электромагнита;

— якоря электромагнита с вилкой и спусковым винтом;

— ограничителя хода якоря;

— приспособления для регулировки якоря;

— механизма для плавной регулировки зазора между якорем и сердечниками электромагнита;

— механизма блокировки якоря.

Приёмный электромагнит (рис. 179 и 180а) имеет две катушки. Каждая катушка имеет обмотку в 4 300 витков из изолированной проволоки красной меди марки ПЭШО диаметром 0,15 *мм*. Сопротивление обмотки каждой катушки 225 *ом*. Обмотки обеих катушек соединены последовательно, таким образом, полное сопротивление обмоток электромагнита равно 450 *ом*.

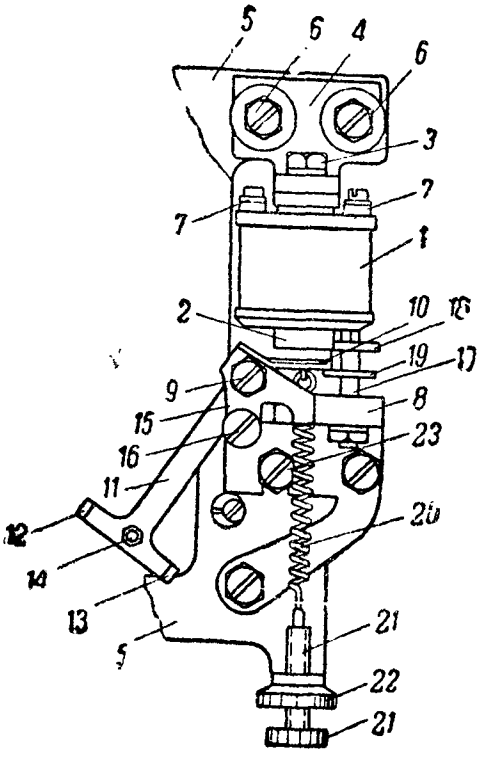


Рис. 179. Электромагнитный механизм (вид сверху):

1 — катушка; *2* — сердечник; *3* и *6* — винты; *4* — угольник; *5* — плато; *7* — контактные винты; *8* — стойка; *9* — осевой винт; *10* — якорь; *11* — якорный рычаг; *12* и *13* — зубья вилки; *14* — призма; *16* — отросток; *16* — спусковой винт; *17* — стержень; *18* и *19* — гайки; *20* — пружина; *21* — регулировочный винт; *22* — контргайка; *23* — крепительный винт

Катушка *1* имеет каркас с двумя щеками, на который намотана обмотка электромагнита. Внутрь каркаса катушки вставлен круглый железный сердечник *2*, передняя часть которого несколько выступает за щеку катушки. В задней части сердечника сделано навинтованное отверстие для ввёртывания винтов *3*, закрепляющих катушки на железном угольнике *4*. Угольник *4* в свою очередь крепится двумя винтами *6* к плато *5* наборного механизма. Для включения электромагнита в схему концы от его обмоток выведены на контактные винты *7*, закреплённые на задних щеках катушек электромагнита. К винтам *7* подключаются также и проводники от схемы аппарата. Электромагнит работает нормально при силе тока в 40 *ма*.

Якорь с рычагом и вилкой (рис. 180а). Устройство якоря с вилкой и его крепление осуществлены следующим образом.

Якорь (рис. 179 и 180а) представляет собой железную пластинку с отростком, к которому приклёпан фасонный рычаг *11* якоря. В рычаге имеется два осевых отверстия, в которые входят винты-оси *9* якоря электромагнита. Рычаг *11* оканчивается вилкой с двумя зубьями *12* и *13*. Зубья вилки взаимодействуют с мечами наборного механизма. На поперечине вилки (снизу) укреплена фиксирующая призма *14*, которая взаимодействует с фиксаторным

рычагом механизма для блокировки якоря. В отросток *15* якорного рычага ввёрнут спусковой винт *16* с эксцентрической головкой. Посредством спускового винта *16* якорь электромагнита воздействует на стартстопно-коррекционный механизм при приёме посылок старта.

В собранном виде якорь вместе с рычагом и вилкой устанавливается вертикально в специальной стойке *8* якоря, в которую ввёрнуты осевые винты *9*. На винтах *9* якорь вращается в вертикальной плоскости. При установке якорь своей плоскостью располагается напротив сердечников электромагнита. Стойка *8* якоря крепится на плато *5* наборного механизма.

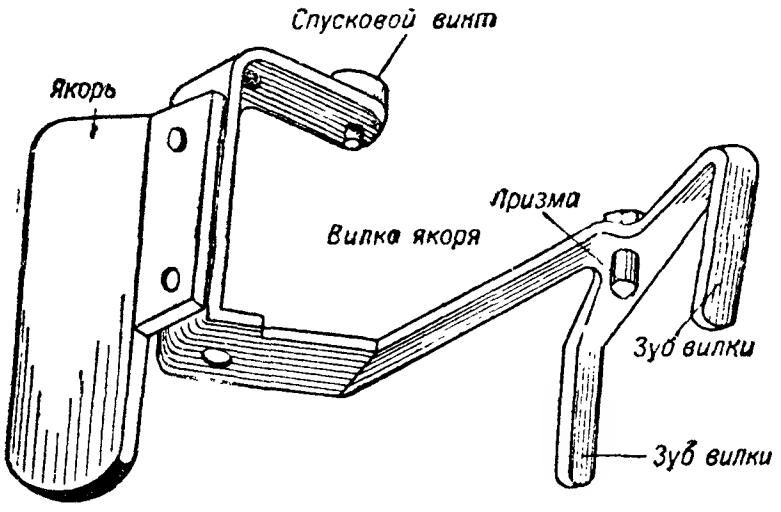


Рис. 180а. Якорь электромагнита с рычагом и вилкой

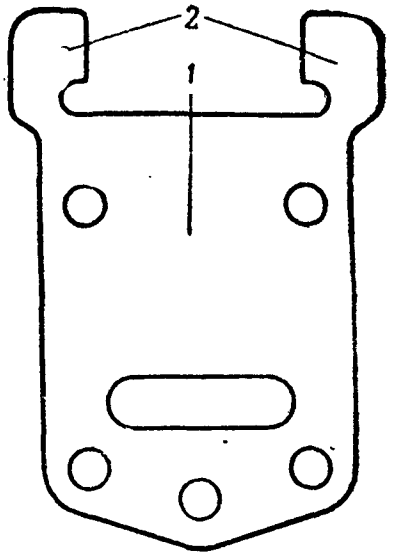


Рис. 180б. Ограничитель хода якоря:
1 — пластина ограничителя
2 — отростки ограничителя

Чтобы можно было в некоторых пределах регулировать положение плоскости якоря относительно сердечника, стойку *8* можно несколько приблизить (или удалить) относительно катушек. Эту регулировку осуществляют так: ослабляют крепительный винт *23* и перемещают стойку, после чего винт *23* закрепляют доотказа.

Ограничитель хода якоря старого образца (рис. 179) представляет собой стержень *17* с двумя регулировочными гайками *18* и *19*. Между гайками размещается якорь *10*. Перемещая по стержню гайку *18*, приближают или удаляют якорь от сердечников электромагнита. Меняя положение гайки *19* на стержне *17*, придают якорю нужный размах.

Как показала практика, описанный выше ограничитель имеет ряд недостатков. Поэтому сейчас завод-изготовитель аппаратов СТ-35 ставит ограничитель системы Богданова. Новый ограничитель имеет перед старым то существенное преимущество, что уменьшает дрожание якоря. Это послужило основанием для его применения в аппарате СТ-35 вместо старого ограничителя, описанного выше.

Ограничитель хода якоря аппарата СТ-35 последних выпусков (рис. 180б) представляет собой пластинку *1* с двумя отростками *2*. Пластинка ограничителя крепится сверху частей наборного механизма так, что её отростки *2*, ограничивающие ход якоря, находятся напротив вилки якоря электромагнита. Пластинка ограничителя одновременно закрывает и части наборного механизма. Ограничитель действует на вилку якоря следующим образом: когда якорь притянут, вилка якоря упирается в правый отросток *2* ограничителя, а когда якорь не притянут, вилка якоря упирается в левый отросток *2* ограничителя. В новом ограничителе ход якоря изменить нельзя, так как он не регулируется.

Приспособление для регулировки якоря (рис. 179) устроено следующим образом: натяжная спиральная пружина *20* с регулировочным винтом *21* и контргайкой *22* служат для регулировки натяжения якоря. Пружина *20* одним концом зацеплена за ушко якоря, а другим за штифт регулировочного винта *21*. Винт *21* ввёрнут в загнутый отросток плато наборного механизма. Регулировка осуществляется путём ввёртывания и вывёртывания винта *21*, благодаря чему пружина будет с меньшей или большей силой оттягивать якорь от сердечников электромагнита.

Механизм для плавной регулировки зазора между якорем и сердечниками электромагнита. При работе на связях с аппаратом СТ-35 надо учитывать, что в аппарате поставлен простой электромагнит, который будет работать неодинаково при включении аппарата на линиях разной длины. Отметим два возможных случая, которые соответственно повлияют на регулировку электромагнита.

Первый случай — аппарат работает на короткой линии или он включён в местную цепь. В этом случае ток в электромагните будет нарастать быстро, а следовательно и якорь будет быстро переходить в рабочее положение. Чтобы якорь так же быстро переходил и в обратное положение, пружине надо давать сильное натяжение. Но раз пружина натянута сильно, то электромагнит при притяжении якоря должен преодолевать её натяжение, для чего магнитный поток в электромагните должен быть максимальным. Это заставляет давать малый завор между якорем и сердечником. Чем меньше зазор, тем сильнее будет магнитный поток, так как магнитное сопротивление воздушного промежутка будет относительно малым. Итак, при работе аппарата СТ-35 на коротких линиях надо, чтобы воздушный зазор между якорем и сердечником электромагнита был малым, а пружина была натянута сильно.

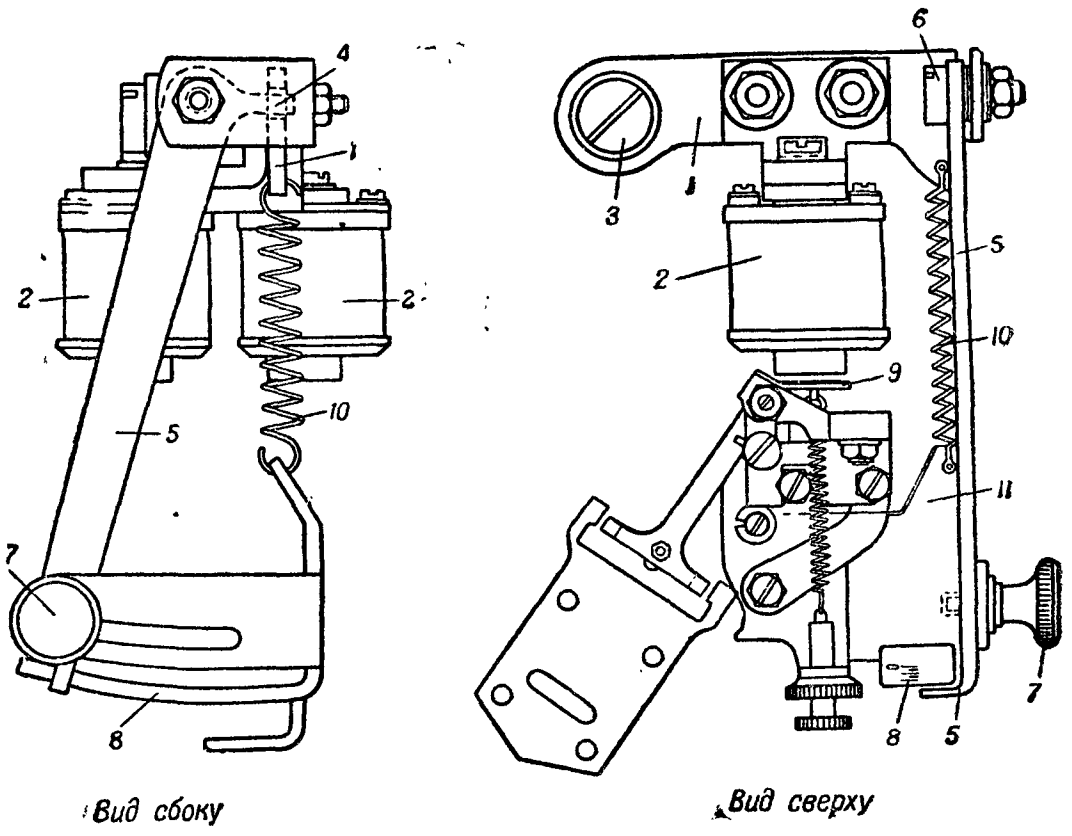
Второй случай — аппарат работает на связях по сравнительно длинным линиям. В этом случае ток в электромагните нарастает медленно, а следовательно и якорь его будет медленно переходить в рабочее положение. Однако телеграфист стремится работать возможно быстрее. Поэтому при максимальной скорости передачи сила входящего тока не может достигнуть установившегося значения. Это обстоятельство не играет существенной роли, когда вслед за замыканием цепи следует её размыкание, одинаковое по

времени. Но когда замыкание и размыкание по длине не равны, здесь уже возможны искажения.

Чтобы уменьшить искажения, выгоднее в положении покоя иметь зазор между якорем и сердечником возможно больший, размах (ход) якоря устанавливать возможно малым, а натяжение пружины иметь слабое (пружина должна лишь возвратить якорь в положение покоя).

Как видим, регулировка электромагнита при работе аппарата СТ-35 на линиях разной длины существенно влияет на правильную работу двух аппаратов, работающих между собой. В практике это надо учитывать.

Учитывая зависимость работы электромагнита от величины зазора между его сердечником и якорем, в аппаратах СТ-35 последних выпусков имеется специальный механизм, обеспечивающий плавную регулировку зазора путём перемещения электромагнита относительно якоря. Этот механизм устроен следующим образом (рис. 181).



Вид сбоку *Вид сверху*

Рис. 181. Приспособление для плавной регулировки зазора между якорем и сердечником электромагнита:

1 — подвижное плато; *2* — электромагнитные катушки; *3* и *6* — винты-оси; *4* — отросток; *5* — регулировочный рычаг; *7* — винт; *8* — шкала; *9* — якорь электромагнита; *10* — пружина; *11* — плато наборного механизма

На плато наборного механизма имеется подвижное плато *1*, на котором закреплены электромагнитные катушки *2*. Плато *1* своей левой частью насажено на винт-ось *3*, на которой оно может поворачиваться. Справа в плато *1* сделан вырез, в который входит отросток *4* регулировочного рычага *5*. Задняя часть рычага *5* на-

сажена на винт-ось, на которой рычаг может поворачиваться. Спереди на рычаге *5* имеется винт *7*, перемещающийся по дугообразной прорези в стойке плато *11* наборного механизма и фиксирующий положение рычага на том или ином делении шкалы *8*. Плато *1* вместе с электромагнитными катушками постоянно оттягивается в направлении якоря *9* (вперёд) спиральной пружиной *10*, зацепленной за плато *1* и плато *11* наборного механизма.

С помощью этого механизма зазор регулируется следующим образом. Отвёртывают винт *7* и, перемещая его по прорези, переводят регулировочный рычаг *5* вверх или вниз, после чего закрепляют винт *7*. Когда рычаг *5* перемещают вверх, отросток *4* освобождает плаго *1*, и оно перемещается вперёд под действием спиральной пружины *10*, уменьшая зазор между сердечниками электромагнита и якорем. Когда рычаг *5* перемещают вниз, отросток *4* давит на подвижное плато *1*, благодаря чему плато отходит назад, увеличивая зазор между якорем и сердечниками.

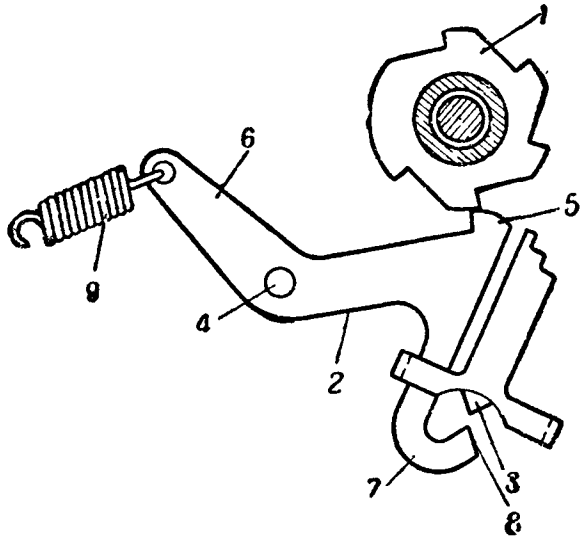


Рис. 182. Механизм блокировки якоря (вид на детали сверху):
1 — фиксаторный диск; *2* — фиксаторный рычаг; *3* — призма; *4* — ось; *5*, *6*, *7* — плечи; *8* — грань; *9* — пружина

Механизм блокировки якоря (рис. 182). Чтобы якорь электромагнита не мог переместиться под действием удара меча о зуб вилки якорного рычага, что повлечёт за собой неправильный набор комбинации, якорь на это время блокируется. Блокировка осуществляется с помощью механизма блокировки якоря, который состоит из фиксаторного диска *1*, фиксаторного рычага *2* и призмы *3*, укреплённой на поперечине вилки якорного рычага. Фиксаторный диск *1* укреплён наглухо на наборной муфте и имеет пять выемок и пять выступов, причём четыре выступа одинаковых, а пятый уширенный. Фиксаторный рычаг *2* насажен на ось *4* (ось наборных рычагов). Плечо *5* фиксаторного рычага имеет носик, взаимодействующий с фиксаторным диском. Плечо *7* рычага изогнуто так, что его наклонная грань *8* располагается напротив призмы *3*. За плечо *6* рычага зацеплен конец оттяжной пружины *9*, которая всё время прижимает носик к наружной грани фиксаторного диска *1*. Второй конец пружины *9* зацеплен за стержень, укреплённый на плато наборного механизма.

Взаимодействие частей механизма для блокировки якоря. В спокойном положении наборная муфта стоит на месте и фиксаторный рычаг *2* расположен на наибольшем выступе диска *1* (широкая часть). В это время плечо *7* вместе с гранью *8* отведено от призмы *3*, и якорь *10* электромагнита может

свободно поворачиваться на своих винтах-осях. Когда наборная муфта вращается, то вместе с ней вращается и фиксаторный диск. В тот момент, когда выемка на фиксаторном диске подойдёт к носику фиксаторного рычага *2*, носик под действием пружины *9* западёт в выемку диска, рычаг *2* повернётся на своей оси *4* настолько, что наклонная грань *8* плеча *7* прижмётся или к правой грани призмы *3* (когда якорь отпущен) или к левой (когда якорь притянут). В этот момент якорь *10* заблокирован, т. е. он не может вращаться. Как только носик фиксаторного рычага выйдет из выемки фиксаторного диска, плечо *7* вместе с наклонной гранью отходит от призмы, и якорь снова может повернуться на своих винтах-осях.

Механизм рассчитан так, что момент заблокирования якоря совпадает с моментом удара меча о зуб вилки фиксаторного рычага. В этот момент якорь не имеет смещения, что и обеспечивает правильный набор комбинации. За время одного оборота фиксаторного диска якорь блокируется пять раз.

Стартстопно-коррекционный механизм

Стартстопно-коррекционный механизм служит для пуска в ход и остановки наборной муфты наборного механизма приёмника, а также для согласования движения наборной муфты с движением распределительной муфты передатчика.

Действительно, если бы движение наборной муфты приёмного аппарата отличалось от движения распределительной муфты передающего аппарата, то комбинация на приёмном аппарате набиралась бы неправильно и работа двух аппаратов была бы невозможна. С помощью стартстопного механизма наборная муфта пускается в ход в соответствии с принятой посылкой «старта», которая посылается передающим аппаратом с началом движения распределительной муфты передатчика. Соответственно остановка наборной муфты происходит в момент приёма посылки «стопа», которая также посылается передающим аппаратом в момент остановки распределительной муфты. Иначе говоря, движение наборной муфты приёмного аппарата подчинено движению распределительной муфты передающего аппарата, что и обеспечивает правильную работу двух аппаратов.

Стартстопно-коррекционной механизм (рис. 183) состоит из спускового штифта, промежуточного рычага, запорного рычага и стоповой скобы. Механизм устроен следующим образом.

Снизу на неподвижном плато *1* укреплён угольник *2*, в тело которого вставлен спусковой штифт *3*, который имеет свободное продольное перемещение. В горизонтальное колено угольника *2* ввёрнут винт-ось *4*, на котором вращается промежуточный рычаг *5*. Вертикальное плечо промежуточного рычага расположено напротив головки спускового штифта, а горизонтальное плечо расположено над правым плечом запорного рычага *6*. Запорный рычаг вращается на своём винте-оси *7*, ввёрнутом в стойку *8*, укреплён-

ную снизу подвижного плато *9*. Левое плечо запорного рычага расположено так, что оно запирает стоповую скобу *10*. На левое плечо запорного рычага давит спиральная пружина *11*, размещённая между запорным рычагом и подвижным плато.

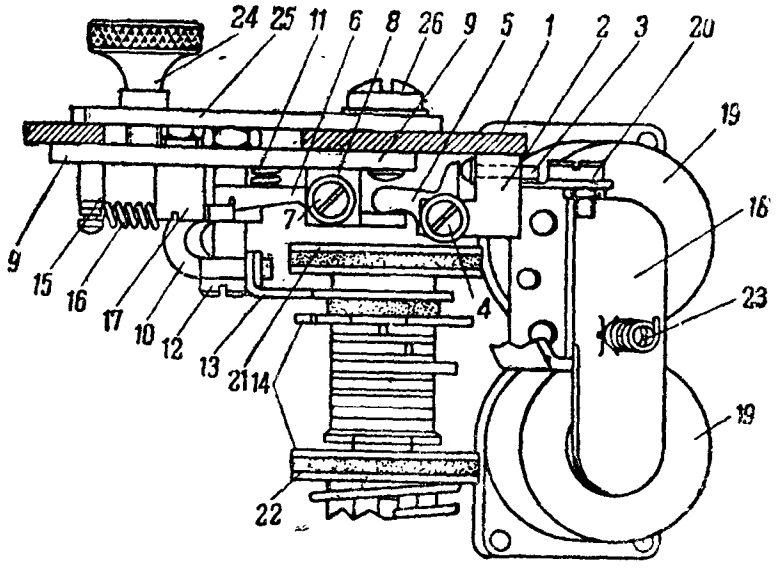


Рис. 183. Стартстопно-коррекционный механизм:

1 — неподвижное плато; *2* — угольник; *3* — спусковой штифт; *4, 7, 12* — винты-оси; *5* — промежуточный рычаг; *6* — запорный рычаг; *8* — стойка; *9* — подвижное плато; *10* — стоповая скоба; *11* и *16* — пружины; *13* — стоповый крючок; *14* — наборная муфта; *15* — штифт; *17* — эксцентрический ограничитель; *18* — якорь; *19* — электромагнит; *20* — спусковой винт; *21* и *22* — диски; *23* — оттяжная пружина; *24* — винт; *25* — рычаг-указатель; *26* — винт-ось

Стоповая скоба *10* насажена на свой винт-ось *12*, на котором она может свободно поворачиваться. При этом верхнее плечо скобы *10* взаимодействует с левым плечом запорного рычага, а нижнее плечо скобы своим отростком взаимодействует со стоповым крючком *13*, наглухо закреплённым на наборной муфте *14*. На плато *9* укреплён штифт *15*, за который зацеплен один конец спиральной пружины *16*. Второй конец пружины *16* зацеплен за стоповую скобу так, что пружина стремится повернуть скобу слева направо. Чтобы ограничить предел поворота скобы вправо, на плато *9* укреплен эксцентрический ограничитель *17*. Этим ограничителем регулируют размах стоповой скобы.

Взаимное расположение подвижного и неподвижного плато таково, что при повороте подвижного плато на некоторый угол связь между запорным и промежуточным рычагами не теряется.

Взаимодействие частей стартстопно-коррекционного механизма. В спокойном положении части стартстопно-коррекционного механизма занимают такое положение (рис. 183):

1. Якорь *18* электромагнита *19* притянут к сердечникам; так как в этот момент цепь замкнута, по ней проходит ток и оба аппарата стоят на стопе.

2. Спусковой винт *20* с эксцентрической головкой отведён от спускового штифта.

3. Пружина *11* нажимает на левое плечо запорного рычага и последнее замыкает стоповую скобу *10*.

4. Стоповый крючок *13* опирается на выступ стоповой скобы, благодаря чему наборная муфта стоит на месте (не вращается).

5. Главная ось вращается, а вместе с ней вращаются и диски *21* и *22* верхнего и нижнего фрикционного сцепления.

Рассмотрим, как стартстопно-коррекционный механизм пускает в ход наборную муфту и как по совершении ею одного оборота он останавливает муфту.

Наборная муфта пускается в ход тогда, когда на передатчике передающего аппарата размыкается стоповый контакт и в линию посылается посылка старта (бестоковая). В момент «старта» тока в электромагните *19* нет, якорь под действием оттяжной пружины *23* отходит от сердечника и винт *20* с эксцентрической головкой нажмёт на спусковой штифт *3*. Штифт перемещается справа налево и своей головкой нажмёт на вертикальное плечо промежуточного рычага. Рычаг *5* поворачивается и своим горизонтальным плечом давит на правое плечо запорного рычага *6*, отчего левое плечо этого рычага поднимается, освобождая стоповую скобу. В этот момент стоповый крючок *13* столкнёт со своего пути отросток нижнего плеча стоповой скобы, скоба повернётся и растянет пружину *16*. Поскольку стоповая скоба больше не удерживает наборную муфту, последняя начнёт вращаться, увлекаемая силой трения фрикционных сцеплений.

К концу оборота наборной муфты на передающем аппарате вновь замкнётся стоповый контакт, и в цепи будет проходить ток. Тогда электромагнит *19* притянет к себе якорь *18* и, следовательно, винт *20* будет отведён от спускового штифта *3*.

В этот момент (в конце оборота муфты) пружина *11* нажимает на левое плечо запорного рычага, последний запрёт стоповую скобу, благодаря чему отросток нижнего плеча скобы *10* встанет на пути движения стопового крючка наборной муфты. Когда стоповый крючок дойдёт до отростка стоповой скобы, он упрётся в него, и наборная муфта остановится.

Нужно иметь в виду, что пружина *16* сразу же установит стоповую скобу на своё место, как только стоповый крючок пройдёт отросток (это будет в начале оборота наборной муфты).

Приспособление для установки фазы (фазоустановитель)

С помощью фазоустановителя можно менять место стопа наборной муфты, благодаря чему работа наборного механизма приёмного аппарата протекает в наивыгоднейших условиях относительно электрических посылок комбинации. Иначе говоря, фазоустановитель обеспечивает наиболее устойчивую работу аппаратов.

Фазоустановитель (рис. 183 и 184) имеет крепительный винт *24*, рычаг-указатель *25* и шкалу, нанесённую непосредственно на неподвижном плато *1*.

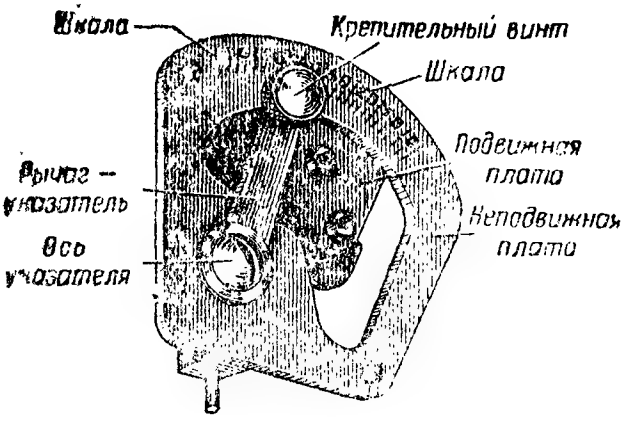


Рис. 154. Фазоустановитель

Рычаг-указатель *25* может поворачиваться на винте-оси *26*. Чтобы рычаг не смещался и тем самым удерживал все подвижное плато с его деталями, он закрепляется винтом *24*.

Установка фазы производится путём перемещения рычага-указателя. Найдя нужное положение, рычаг закрепляют винтом *24* (подробно об установке фазы см. § 64).

Наборный механизм

Наборный механизм совместно с электромагнитным механизмом обеспечивает превращение принятой с линии электрической комбинации во временную механическую комбинацию. Процесс образования временной механической комбинации происходит за время одного оборота наборной муфты путём расположения мечей в соответствии с приходящими токовыми и бестоковыми посылками кодовой комбинации.

Наборный механизм состоит из:

— наборной муфты с двумя фрикционами;
— комплекта наборных рычагов;
— комплекта мечеобразных рычагов, или мечей;
— комплекта Т-образных рычагов.

Наборная муфта с фрикционами насажена на главную ось, причём муфта имеет такое же прерывистое (старт-стопное) движение (то вращается, то стоит на месте), как и распределительная муфта передатчика. Наборная муфта начинает вращаться после приёма с линии электрической посылки старта, совершает один оборот и затем останавливается под воздействием электрической посылки стопа. За время оборота наборной муфты происходит преобразование электрической кодовой комбинации во временную механическую комбинацию.

Наборная муфта связана с главной осью не наглухо, а полужёстко посредством двух фрикционок: верхней и нижней. Фрикционки наборной муфты устроены следующим образом (рис. 185).

Верхняя фрикционка (рис. 185, *а*) имеет два стальных полированных диска: верхний *1* и нижний *2*, между которыми проложен войлочный кружок *3*. Верхний диск этой фрикционки связан наглухо с главной осью посредством винта *5* с левой резьбой (винт ввёрнут в верхнюю часть главной оси), а нижний диск соответственно связан с верхней частью наборной муфты.

Нижняя фрикционка (рис. 185, *б*) имеет также два стальных полированных диска: нижний *6* и верхний *7*, между которыми про-

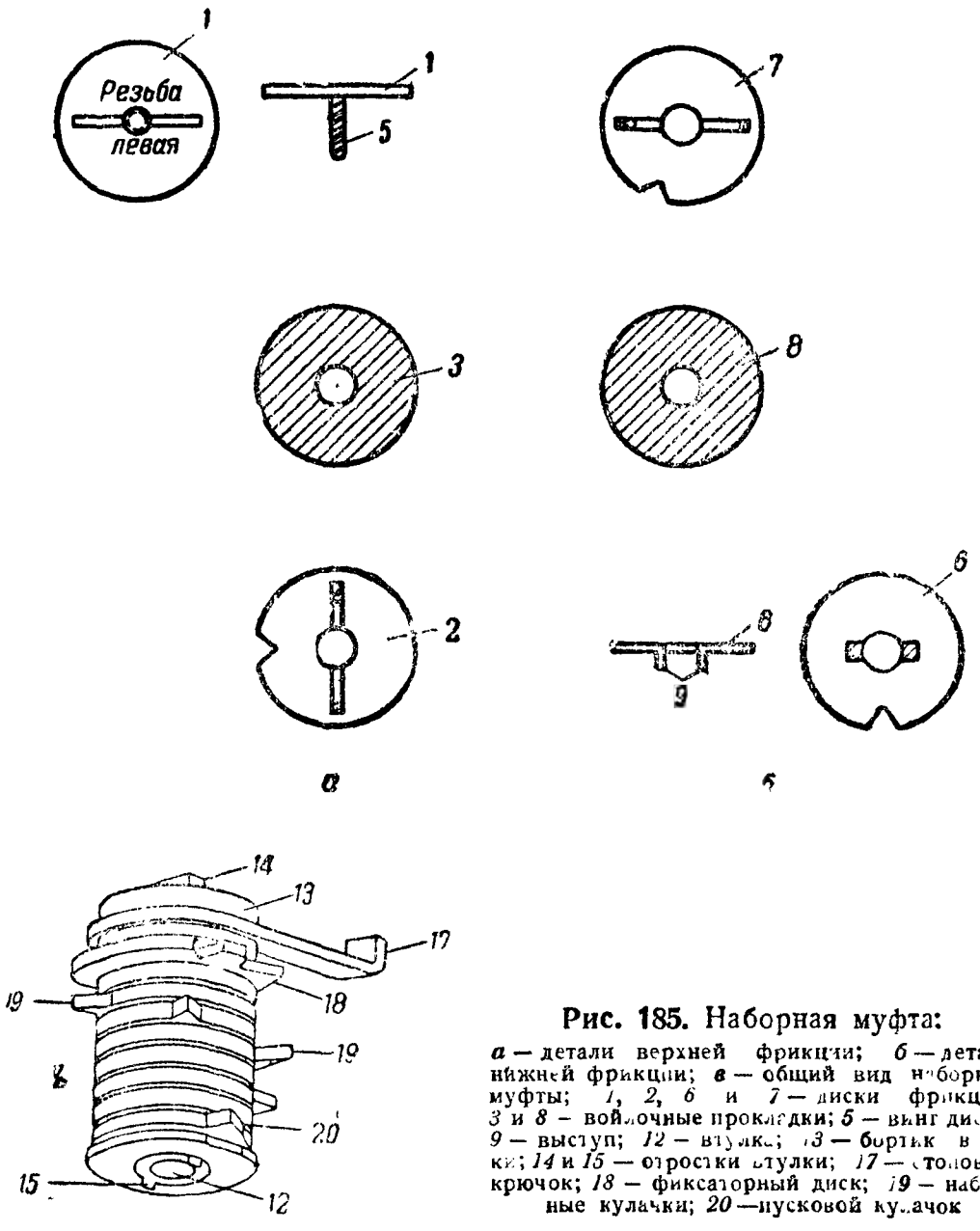


Рис. 185. Наборная муфта:

а — детали верхней фрикции; *б* — детали нижней фрикции; *в* — общий вид наборной муфты; *1*, *2*, *6* и *7* — диски фрикция; *3* и *8* — войлочные прокладки; *5* — винт диска; *9* — выступ; *12* — втулка; *13* — бортик в ул-ки; *14* и *15* — отростки втулки; *17* — стопорный крючок; *18* — фиксаторный диск; *19* — наборные кулачки; *20* — пусковой кулачок

ложен войлочный кружок *8*. Нижний диск имеет два выступа *9*, которые входят в вырезы специальной гайки, наглухо связанной с главной осью, а верхний диск соответственно связан с нижней частью наборной муфты.

Между верхней и нижней фрикционками расположена наборная муфта со всеми её деталями. При этом на нижний диск *6* нижней фрикционки действует сильная спиральная пружина *11* (см. рис. 191), которая поднимает всю систему вверх. Но так как верхний диск *1* верхней фрикционки неподвижен, то пружина *11* прижимает все диски друг к другу, сжимая наборную муфту. Если муфта не удерживается, то сила трения достаточна, чтобы наборная муфта *3* начала вращаться. Если же муфта удерживается, то фрикционки не в состоянии вращать муфту, и она стоит на месте, хотя главная ось вращается вместе с дисками *1* и *6*.

Наборная муфта (рис. 185, *в*) имеет полую латунную втулку *12*, верхняя часть которой имеет бортик *13* с двумя небольшими отростками *14*. Посредством этих отростков муфта связывается с нижним диском верхней фрикционки. Нижняя часть втулки оканчивается также двумя отростками *15*, посредством которых муфта связывается с верхним диском нижней фрикционки. Втулка имеет продольную канавку и нарезку, на которую навинчивается крепительная гайка, скрепляющая в одно целое все части, насаженные на втулку *12*.

Между бортиком *13* втулки и крепительной гайкой размещены следующие детали наборной муфты, считая сверху вниз: стоповый крючок *17*, фиксаторный диск *18* с пятью выемками, пять наборных кулачков *19* (с первого по пятый) и пусковой кулачок *20*. Стоповый кулачок взаимодействует со стоповой скобой стартстопно-коррекционного механизма, обеспечивая пуск и остановку наборной муфты. Фиксаторный диск взаимодействует с фиксаторным рычагом механизма блокировки якоря, обеспечивая блокировку якоря. Наборные кулачки расположены на втулке по винтовой линии и взаимодействуют с наборными рычагами наборного механизма, обеспечивая преобразование принятой электрической комбинации в механическую. Пусковой кулачок взаимодействует с верхним плечом стартстопного рычага пускоостановочного механизма, обеспечивая пуск этого механизма в ход.

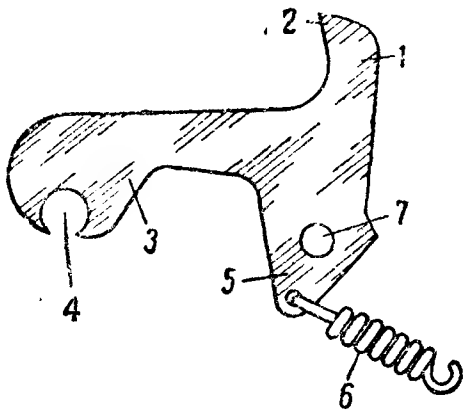


Рис. 186а. Наборный рычаг:
1, 3 и *5* — плечи рычага; *2* — носик; *4* — вырез; *6* — оттяжная пружина; *7* — гнездо оси

Комплект наборных рычагов (рис. 186а) состоит из пяти рычагов, одинаковых по своему устройству. Каждый рычаг имеет три плеча: плечо *1* с носиком *2*, взаимодействующим с наборным кулачком наборной муфты; плечо *3* с вырезом *4*, посредством которого наборный рычаг шарнирно связан с мечом; плечо *5*, за которое зацеплен один конец оттяжной спиральной пружины *6*. Второй конец пружины зацеплен за

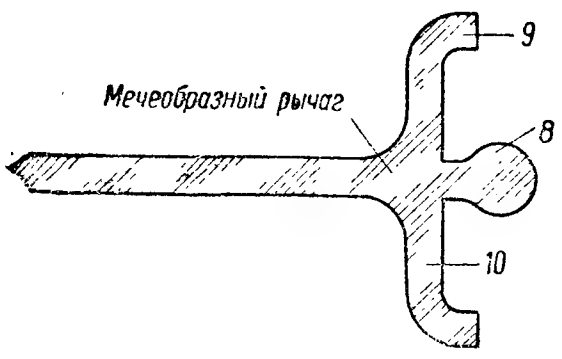


Рис. 186б. Мечеобразный рычаг (меч):
8 — шарнир; *9* и *10* — концы поперечины

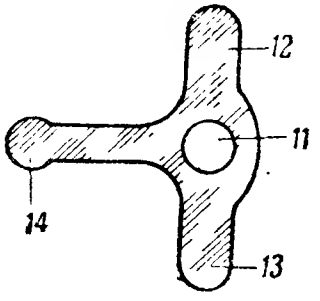


Рис. 186в. Т-образный рычаг:
11 — гнездо оси; *12* и *13* — плечи рычага; *14* — хвост рычага

штифты, укреплённые на плато наборного механизма. Все рычаги насажены со свободным вращением на одну общую ось, для чего рычаги имеют гнездо *7*.

Комплект мечеобразных рычагов или мечей (рис. 186б) состоит из пяти рычагов, одинаковых по устройству. На поперечине меча имеется шарнир *8*, входящий в выемку *4* (рис. 186а) наборного рычага. Загнутые концы *9* и *10* поперечины меча взаимодействуют с зубьями вилки якорного рычага. Удлинённая часть рычага взаимодействует с плечами Т-образного рычага.

Комплект Т-образных рычагов (рис. 186в) состоит из пяти рычагов, одинаковых по своему устройству. Каждый рычаг имеет: гнездо *11*, посредством которого рычаги насаживаются на одну общую ось; два плеча *12* и *13*, которые располагаются напротив удлинённой части меча; хвост *14*, вставляемый в вырез селекционной линейки (см. рис. 187б), благодаря чему Т-образный рычаг может переместить свою линейку вправо или влево.

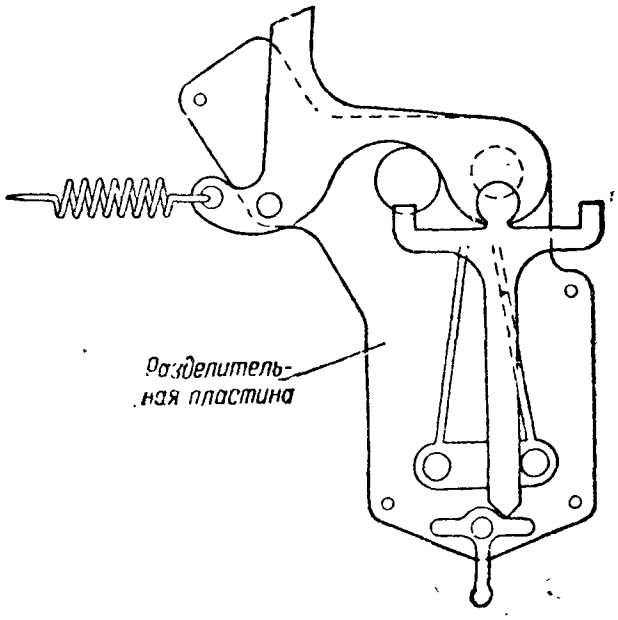


Рис. 187а. Расположение наборного рычага, меча и Т-образного рычага

Все части наборного механизма, кроме наборной муфты, размещены на своём плато. Каждый комплект рычагов отделяется от другого такого же комплекта специальной разделительной пластиной. Взаимное расположение одного комплекта рычагов наборного механизма показано на рис. 187а. На рис. 187б показана взаимная связь мечей и Т-образных рычагов с селекционными линейками.

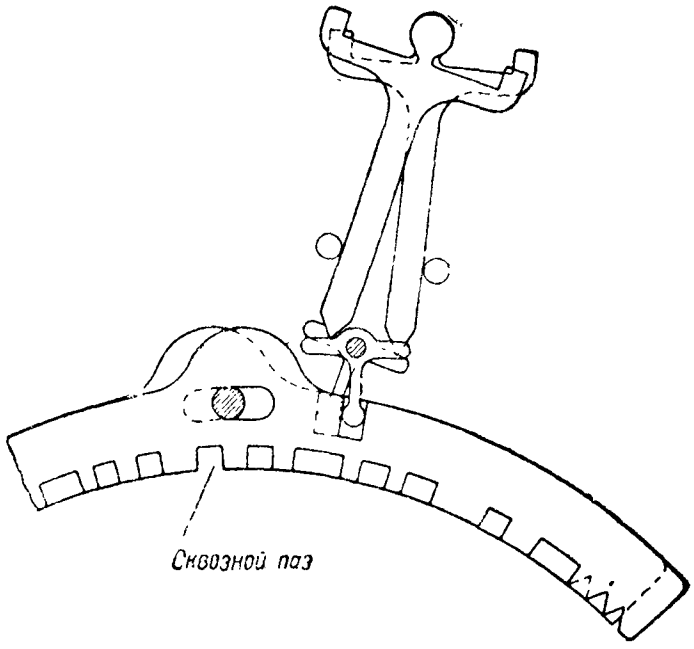


Рис. 187б. Схема взаимной связи между наборным механизмом и селекционными линейками

Взаимодействие частей наборного механизма (рис. 188а).

В положении стопа по обмотке электромагнита проходит ток, якорь электромагнита притянут к сердечникам, а головка спускового винта удалена от спускового штифта (см. рис. 183). В этот момент стоповый крючок наборной муфты упирается в стоповую скобу стартстопно-коррекционного механизма, удерживая на стопе наборную муфту.

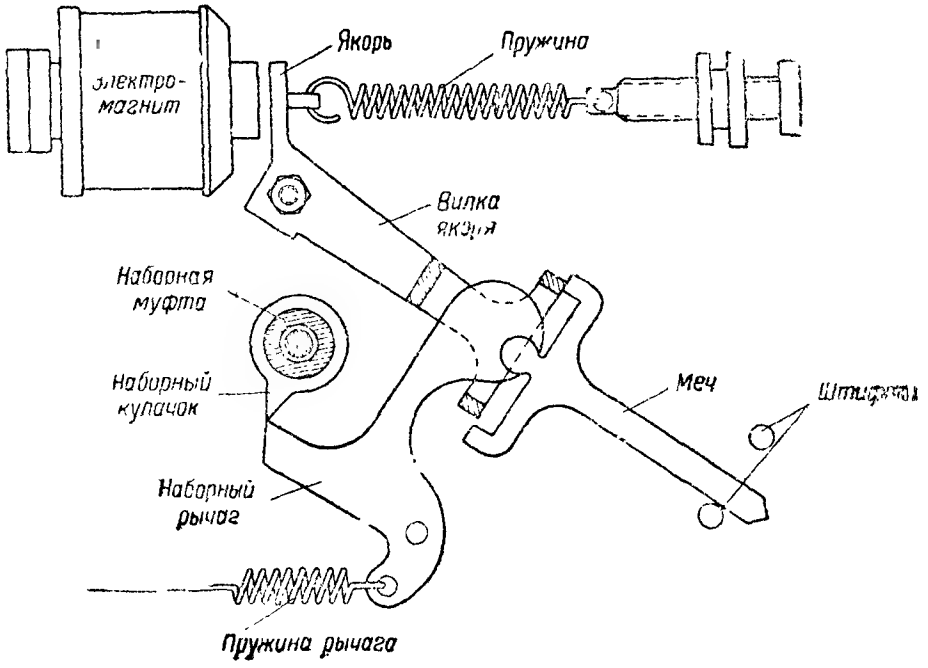


Рис. 188а Схема взаимодействия электромагнита с наборным механизмом при приёме токовой посылки

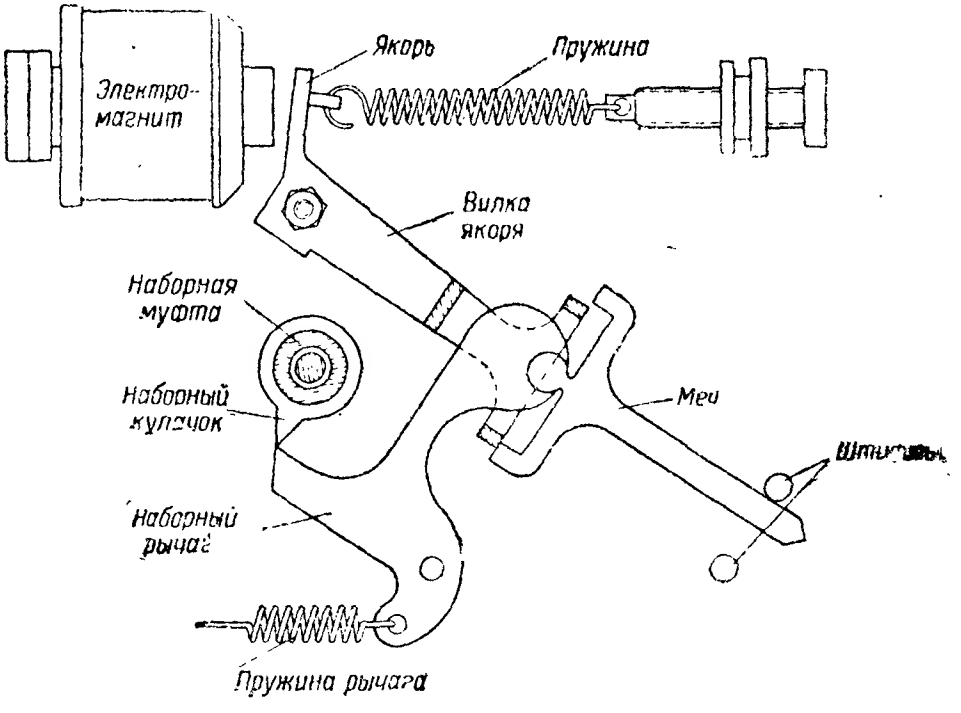


Рис. 188б. Схема взаимодействия электромагнита с наборным механизмом при приёме бестоковой посылки

Рассмотрим теперь, каким образом наборная муфта пускается в ход. Когда с линии поступит посылка старта, тока в цепи электромагнита не будет, якорь электромагнита под действием оттяжной пружины отойдёт от сердечников и головка спускового винта нажмёт на спусковой штифт, смещая его влево. Спусковой штифт нажмёт на вертикальное плечо промежуточного рычага, который, действуя своим горизонтальным плечом на правое плечо запорного рычага, поднимет его левое плечо настолько, что стоповая скоба освободится. Стоповый крючок столкнёт со своего места спусковую скобу, так как сила трения фрикционок достаточна, чтобы повернуть наборную муфту; с этого момента наборная муфта начнёт вращаться, совершая один оборот, за время которого происходит превращение электрической комбинации в механическую.

Для уяснения работы частей наборного механизма рассмотрим их взаимодействие при приёме токовой и бестоковой посылок. Пусть электромагнит принимает первую — токовую — посылку комбинации; якорь его притянут (рис. 188а). В это же время первый наборный кулачок наборной муфты подойдёт к первому наборному рычагу и начнёт его поворачивать против часовой стрелки. Наборный рычаг потянет за собой меч в направлении электромагнита, а когда правый выступ поперечины меча встретит на своём пути правый зуб вилки якоря, меч начнёт поворачиваться в своём шарнирном соединении (меча с наборным рычагом) и перейдёт от правого штифта к левому. Переход меча закончится в тот момент, когда совпадут вершины кулачка и носика наборного рычага. После этого наборный кулачок освободит свой наборный рычаг, и он под действием спиральной пружины быстро возвращается в исходное положение и толкает меч в сторону Т-образного рычага. При этом острие меча ударяет по левому плечу Т-образного рычага, последний поворачивается на своей оси и передвигает правую селекционную линейку вправо.

Пусть вторая посылка в комбинации будет бестоковой, следовательно, в этом случае якорь не притянут (рис. 188б). Во время второй посылки второй наборный кулачок, воздействуя на второй наборный рычаг, поворачивает его. Но так как вилка якоря переместилась, то теперь левый выступ поперечины меча упрётся в левый зуб вилки якоря и меч перейдёт от левого штифта к правому. Как только кулачок пройдёт носик наборного рычага, он под действием своей пружины возвращается в исходное положение и толкает свой меч в сторону второго Т-образного рычага. При этом острие меча ударяет по правому плечу Т-образного рычага, который передвигает вторую селекционную линейку влево. Точно так же действуют третий, четвёртый и пятый кулачки на третий, четвёртый и пятый наборные рычаги и в зависимости от посылки комбинаций их мечи будут ударять по правому или по левому плечу своего Т-образного рычага. Соответственно этому Т-образные рычаги переместят селекционные линейки влево или вправо. Итак, за время оборота наборной муфты её кулачки обязательно подействуют на наборные рычаги, а последние оттянут свои мечи от

Т-образных рычагов. В зависимости от принятой электрической посылки, каждый меч, перемещаясь или к левому или к правому штифту, действует на левое или на правое плечо своего Т-образного рычага.

К концу оборота наборной муфты все части стартстопного механизма возвратятся в исходное положение, а стоповая скоба вновь станет на пути стопового крючка, который, упираясь в скобу, останавливает наборную муфту.

Селекционный механизм

Селекционный механизм расшифровывает временную механическую комбинацию, набранную наборным механизмом, путём выбора типовой тяги со знаком, соответствующим принимаемой комбинации.

Селекционный механизм (рис. 189а) состоит из следующих деталей:

— комплекта селекционных линеек;
— комплекта типовых тяг;
— плато селекционного механизма.

Комплект селекционных линеек (рис. 189б) состоит из пяти одинаковых по форме линеек, отличающихся одна от другой прямоугольными вырезами. Размеры вырезов на внутренней грани линеек и их расположение для каждой линейки различны. Прямоугольные вырезы *7* и образующиеся между ними выступы *6* рассчитаны таким образом, что при различных перемещениях линеек (одних вправо, других влево) в каком-либо месте внутренних граней их образуется один сквозной паз, проходящий по вертикали через все селекционные линейки. Всего сквозных пазов на линейках можно образовать по числу комбинаций пятизначного кода.

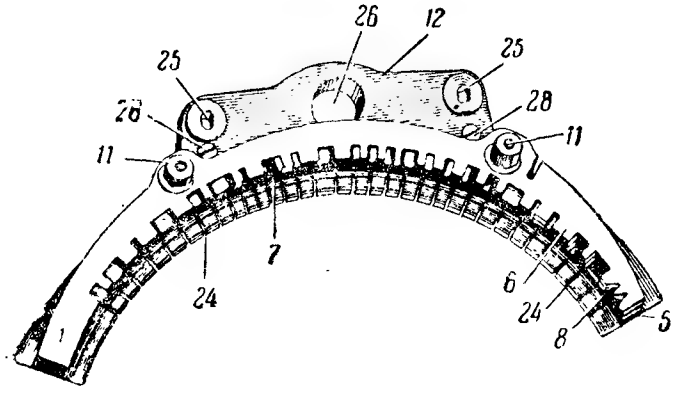


Рис. 189а. Общий вид селекционного механизма:

1 — 5 — селекционные линейки; *6* — выступы; *7* — вырезы; *8* — треугольные вырезы; *11* — направляющие колонки; *12* — плато; *24* — направляющие шлицы; *25* — отверстия; *26* — отверстие для штока; *28* — винты

На правом конце каждой линейки имеются два треугольной формы выреза *8*, которые при любом перемещении линеек образуют сквозной паз. В этот паз западает запорная тяга, запирающая линейки на время отпечатывания знака. На внешней стороне каждой линейки сделан вырез *9*, в который входит хвост Т-образного рычага. Кроме того, каждая линейка имеет два овальной формы отверстия *10*, которыми линейка надевается на направляющие колонки *11*, укреплённые на плато *12* селекционного меха-

низма. Линейки установлены в таком порядке: верхняя *1*, затем по порядку *2*, *3*, *4* и самая нижняя *5*. Линейки друг от друга отделены специальными шайбами *13* и втулками *14*, надетыми на направляющие колонки *11*.

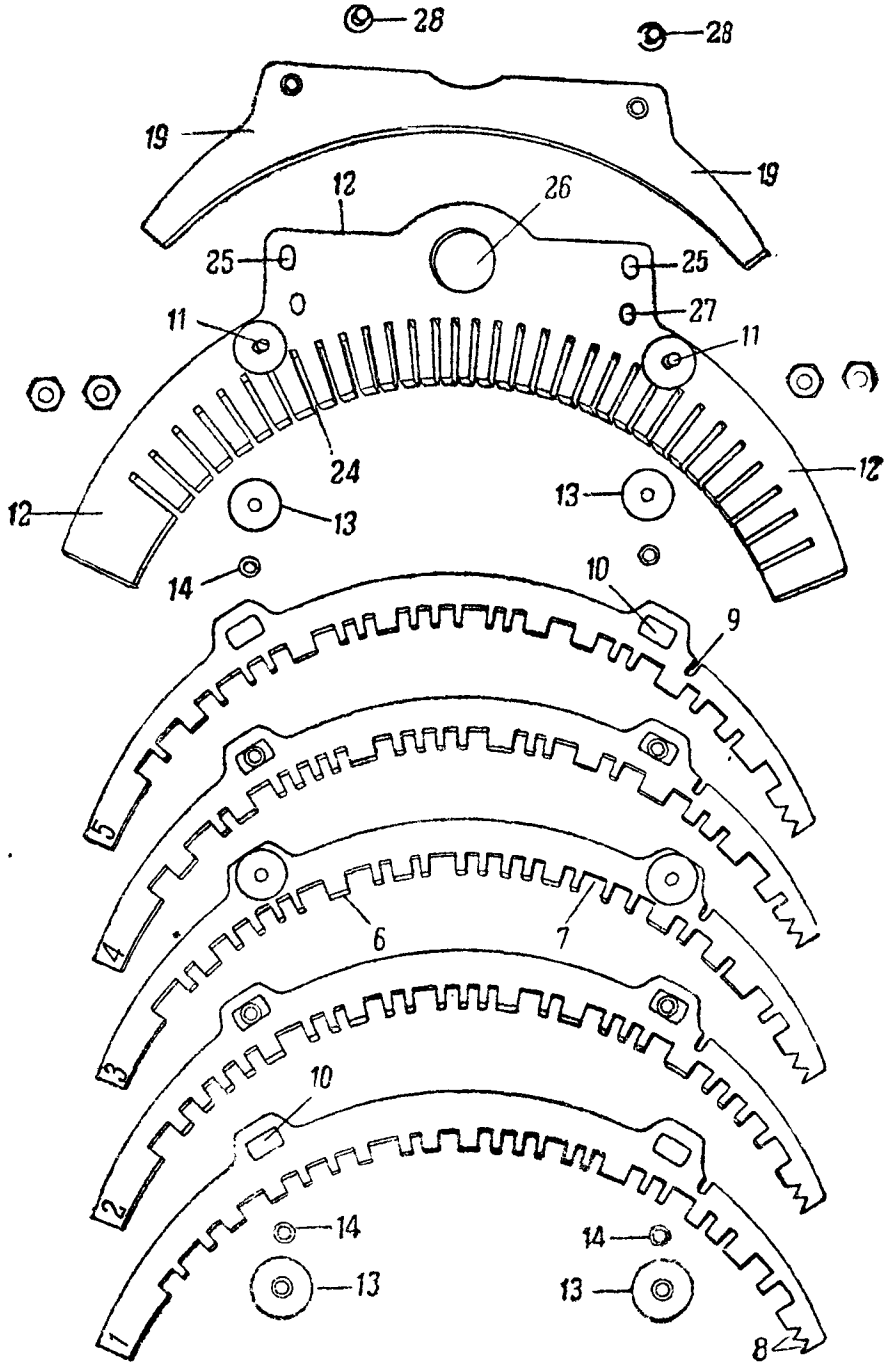


Рис. 189б. Селекционный механизм:

1—5 — селекционные линейки; *6* — выступы; *7* — вырезы; *8* — треугольные вырезы; *9* — вырез для хвоста Т-образного рычага; *10* — отверстия; *11* — направляющие колонки; *12* — плато; *13* — шайбы; *14* — втулки; *19* — сбрасывающая скоба; *24* — направляющие шлицы; *25* — отверстия; *26* — отверстие для штока; *27* — отверстия; *28* — винты

Комплект типовых тяг состоит из 27 типовых тяг, трёх тяг регистровых, одной тяги звонка и одной запорной тяги. Каждая из 27 типовых тяг *15* (рис. 190) одинакова по своему устройству. Верхняя часть *16* тяги западает в вырез селекционных линеек. Несколько ниже тяга имеет выступ *17* с наклонной гранью *18*. Выступ тяги взаимодействует с печатающей скобой, а наклонная грань его — со сбрасывающей скобой *19* (рис. 189б). Внизу тяга имеет зубчатую рейку *20*, посредством которой тяга сцеплена с зубчатым сектором *21* типового рычага *22*. Тяга имеет спиральную пружину *23*, оттягивающую её вниз и назад.

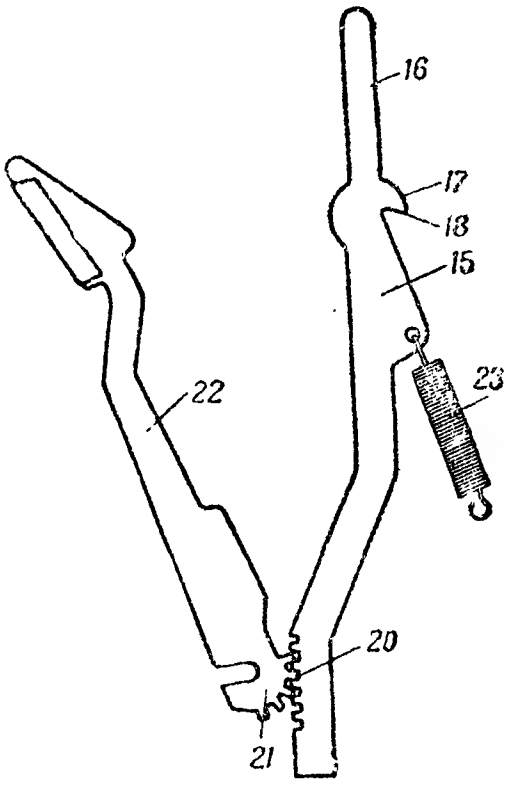


Рис. 190. Типовая тяга и типовый рычаг:

15 — типовая тяга; *16* — верхняя часть тяги; *17* — выступ; *18* — грань; *20* — зубчатая рейка; *21* — зубчатый сектор; *22* — типовый рычаг; *23* — пружина

Регистровые тяги отличаются от от типовых тем, что они не имеют зубчатых реек, а заканчиваются двумя плечами, посредством которых взаимодействуют с механизмом блокировки бумажной ленты и регистровым механизмом. Звонковая и запорная тяги также не имеют зубчатых реек. Тяги размещены сзади типовых рычагов в специальном сегменте (рис. 192). Регистровые и звонковая тяги пропущены вниз сегмента. Справа размещается запорная и звонковая тяги, затем регистровые тяги и дальше 27 типовых.

Плато селекционного механизма (рис. 189б) имеет направляющие шлицы (прорези) *24*, в которых размещаются тяги. В плато сделаны отверстия *25* для пропуска крепительных винтов, закрепляющих плато на основной станине, одно отверстие *26* для прохода штока и два отверстия *27* для пропуска крепительных винтов *28*, закрепляющих сбрасывающую скобу снизу плато селекционного механизма.

Взаимодействие частей селекционного механизма (рис. 187б) происходит следующим образом. Когда меч ударяет по одному из плеч Т-образного рычага, Т-образный рычаг перемещает селекционную линейку. Причём если меч переброшен к левому ограничителю, он своей удлинённой частью ударяет по левому плечу Т-образного рычага, и селекционная линейка перемещается вправо. Если меч переброшен к правому ограничителю, то он ударяет по правому плечу Т-образного рычага, и селекционная линейка перемещается влево.

После перемещения в зависимости от принимаемой комбинации на всех селекционных линейках образуется сквозной паз, в кото-

рый западет та или иная тяга. Таким образом, процесс расшифровывания комбинации заканчивается выбором типовой тяги и этим самым детали подготовлены для последующего отпечатывания знака.

Пускоостановочный механизм

Пускоостановочный механизм служит для пуска и остановки печатающего механизма, а вместе с ним и механизмов продвижения бумажной и красящей лент.

Этот механизм состоит из:

— приспособления для пуска и остановки механизма;

— храпового сцепления;

— дополнительной фрикционки механизма.

Части пускоостановочного механизма размещены на главной оси и в спокойном положении стоят на месте, кроме ведущего храповика, который непрерывно вращается вместе с главной осью. В некоторый момент механизм пускается в ход, делает один оборот и снова останавливается. При работе вращение частей осуществляется за счёт храпового сцепления.

Приспособление для пуска и остановки механизма (рис. 191) состоит из пускового кулачка, закреплённого наглухо на наборной муфте, и стартстопного рычага *24*. Стартстопный рычаг имеет два плеча: пусковое *25* и остановочное *26*. Рычаг *24* вращается на двух винтах-осях *27* и *28*, из которых верхний винт *27* ввёртывается в плато наборного механизма, а нижний *28* — в станину главной оси. В спокойном положении (когда наборная муфта не вращается) остановочное плечо *26* прижато к ведомому храповику спиральной пружиной, а пусковое плечо стоит на пути движения пускового кулачка. Пусковое плечо *25* взаимодействует с пусковым кулачком, а остановочное плечо *26* управляет сцеплением и расцеплением ведомого храповика *30* с ведущим *31*.

Храповое сцепление состоит из ведомого храповика *30*, ведущего *31* и пружины сцепления *32*. Ведущий храповик *31* наглухо закреплён на главной оси и всё время вращается вместе с осью. Ведомый храповик *30* имеет реборду с наклонной гранью, с которой взаимодействует остановочное плечо *26*. Ведомый храповик имеет муфту с выступами, которые входят в выемки другой муфты. К последней привёрнут винтами *36* печатающий кулачок *35*. Между печатающим кулачком и ребордэй ведомого храповика помещена спиральная пружина *32* храпового сцепления, которая поднимает ведомый храповик вверх до тех пор, пока последний не упрётся в остановочное плечо *26*. Остановочное плечо *26* устанавливается так, чтобы в спокойном положении ведомый храповик не сцеплялся с ведущим.

Дополнительное фрикционное сцепление служит для создания начальной скорости ведомым муфте и храповику. Если бы не было фрикционного сцепления, сцепление ведомого храповика с ведущим давало бы сильные толчки, что могло бы привести к поломке зубьев храповиков.

Фрикционное сцепление устроено так. Между ведомой муфтой и текстолитовой шестернёй *39* помещена пружина *40*, упирающаяся в муфту, и металлический диск. Диск под действием пружины *40* прижимает войлочный кружок фрикционного сцепления к телу шестерни *39*. Как только остановочное плечо стартстопного рычага освободит храповик, фрикционное сцепление тотчас же начнёт вращать ведомую муфту, а вместе с ней и ведомый храповик, ещё до сцепления последнего с ведущим храповиком.

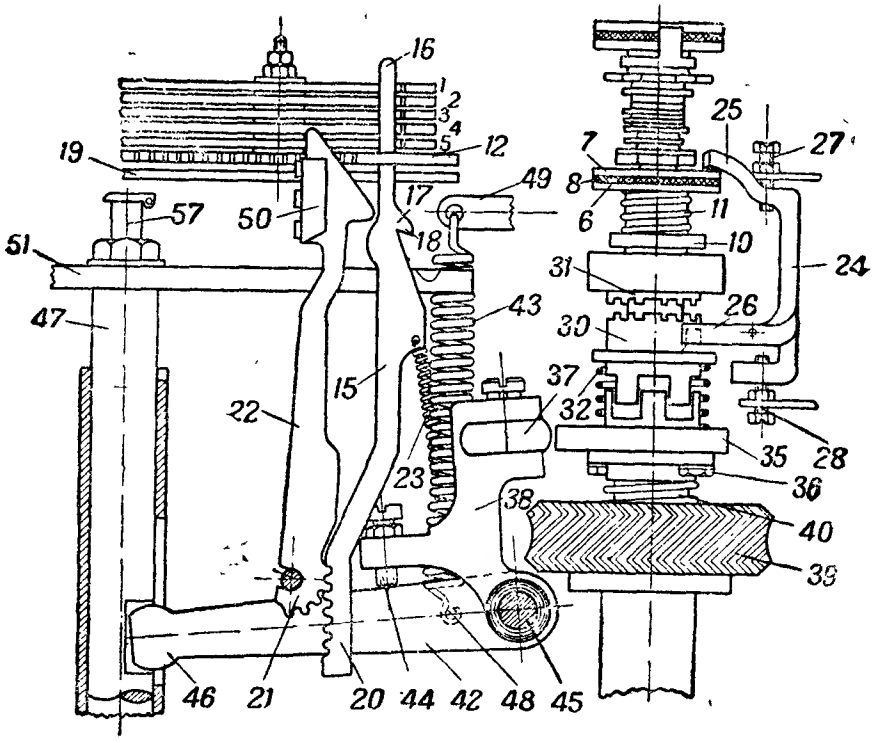


Рис. 191. Печатающий механизм:

1—5 — селекционные линейки; *6—7* — диски нижней фрикции наборной муфты; *8* — прокладка; *10* — реборда; *11* — пружина; *12* — плато; *15* — типовая тяга; *16* — верхняя часть тяги; *17* — выступ; *18* — грань; *19* — сбрасывающая скоба; *20* — зубчатая рейка; *21* — зубчатый сектор; *22* — типовый рычаг; *23* — пружина; *24* — стартстопный рычаг; *25* и *26* — плечи рычага; *27* и *28* — винты-оси; *30* — ведомый храповик; *31* — ведущий храповик; *32* — пружина; *35* — печатающий кулачок; *36* — винты; *37* — ролик; *38* — вертикальное плечо печатающего рычага; *39* — шестерня; *40* — пружина фрикционного сцепления; *42* — горизонтальное плечо печатающего рычага; *43* — пружина; *44* — регулировочный винт; *45* — ось; *46* — головка; *47* — шток; *48* — штифт; *49* — регулировочный рычаг; *50* — колодочка; *51* — печатающая скоба; *57* — маслёнка

Взаимодействие частей пускоостановочного механизма. Когда наборная муфта стоит на месте, стартстопный рычаг *24* своим плечом *26* прижат к ведомому храповику, и последний отведён от ведущего. При вращении наборной муфты к концу оборота пусковой кулачок ударит по пусковому плечу *25*, рычаг *24* повернётся настолько, что плечо *26* отойдёт от ведомого храповика. Храповик *30* начнёт вращаться за счёт фрикционного сцепления и одновременно пружина *32* поднимет храповик *30* вверх настолько, что он сцепится с ведущим храповиком *31*, и весь механизм начнёт вращаться, совершая один оборот.

Но пусковой кулачок действует на пусковое плечо *25* только один момент, а затем он уходит из-под пускового плеча, так как наборная муфта продолжает вращаться, заканчивая оборот. Когда наклонная грань реборды пройдёт плечо *26*, пружина прижмёт плечо *26* к ведомому храповику. В конце оборота реборда ведомого храповика найдёт на плечо *26*, и храповик *30* отойдёт от ведущего храповика. Вместе с ведомым храповиком остановится и муфта с печатающим кулачком.

За время оборота печатающий кулачок *35* взаимодействует с роликом вертикального плеча *38* печатающего рычага, поворачивая его на некоторый угол на оси *45*, что обеспечивает в дальнейшем отпечатывание знака печатающим механизмом.

Печатающий механизм

Печатающий механизм (рис. 191) служит для отпечатывания знаков на ленте. Печатающий механизм состоит из:

— печатающего кулачка;
— печатающего рычага с пружиной;
— сегмента с типовыми рычагами;
— штока с печатающей скобой;
— сбрасывающей скобы.

Печатающий кулачок (рис. 191). Печатающий кулачок *35* имеет эксцентрическую форму и наглухо закреплён двумя винтами *36* на ведомой муфте пускоостановочного механизма. Печатающий кулачок может вращаться только вместе с ведомым храповиком *30*. Печатающий кулачок взаимодействует с вертикальным плечом *38* печатающего рычага через ролик *37*.

Печатающий рычаг имеет два плеча: вертикальное *38* и горизонтальное *42*. Плечи рычага разъёмные, они связываются в одно целое посредством печатающей пружины *43* и регулировочного винта *44*. Оба плеча насажены на ось *45*, на которой плечи могут поворачиваться.

На вертикальном плече укреплён на винте-оси ролик *37*. Ролик всё время прижимается к поверхности печатающего кулачка *35* под действием печатающей пружины *43*. Горизонтальное плечо *42* своей закруглённой частью *46* входит в выемку штока *47*. В плечо *42* ввёрнут штифт *48*, за который зацеплена одним концом печатающая пружина *43*. Верхний конец пружины *43* зацеплен за ушко на регулировочном рычаге *49*, привёрнутом к станине главной оси.

Сегмент с типовыми рычагами (рис. 192), или типовая корзинка, устроен следующим образом. На трёх опорных колонках *1* укреплён сегмент *2* с направляющими прорезями *3* для типовых рычагов *22*. Типовые рычаги имеют вырезы, которыми они надеты на общую ось *4*. Типовой рычаг сцеплен своим сектором *21* с зубчатой рейкой *20* типовой тяги *15* (рис. 190). Тяги установлены сзади типовых рычагов и опираются на сегмент *2*.

Вверху на типовых рычагах напаяны колодочки *50* (рис. 191) с буквами, цифрами и знаками (типами). Нижний ряд знаков отно-

сится к буквенному русскому регистру, средний — к цифровому и верхний — к латинско-тюркскому. Типовые рычаги в спокойном положении опираются на кожаную подушку *5*, смягчающую удар при возвращении типовых рычагов в исходное положение.

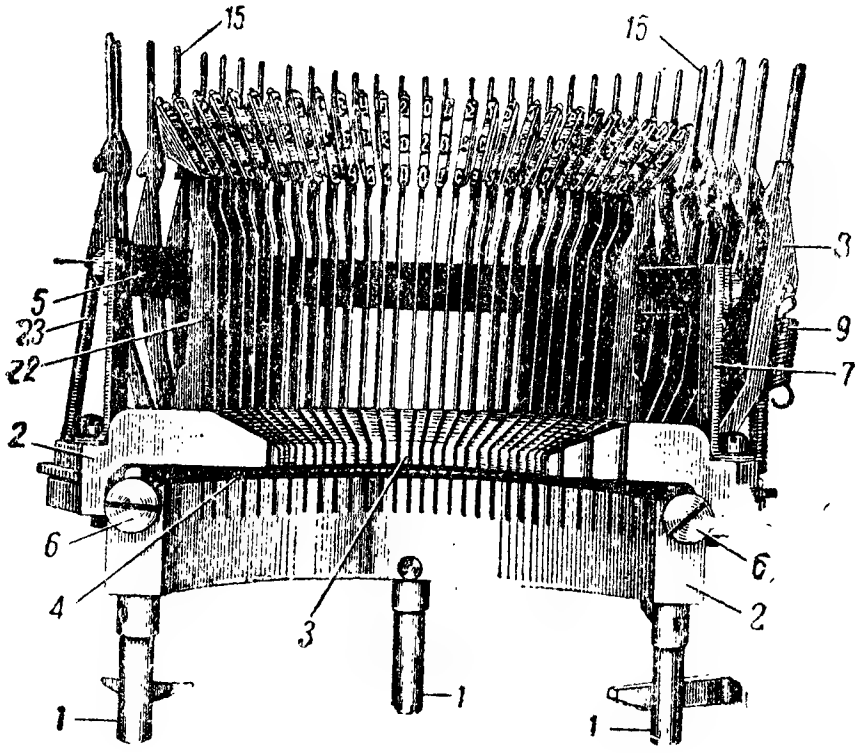


Рис. 192. Сегмент с типовыми рычагами:

1 — опорные колонки; *2* — сегмент; *3* — направляющие прорези; *4* — ось типовых рычагов; *5* — кожаная подушка; *6* — винты; *7* — стойки; *8* — запорная тяга; *9* — пружина; *15* — типовые тяги; *22* — типовые рычаги; *23* — пружина

На сегменте части расположены следующим образом.

Впереди расположены типовые рычаги *22* в прорезях *3* сегмента *2*. Рычаги надеты на ось *4*, которая закреплена с обеих сторон сегмента винтами *6*. Порядок установки типовых рычагов следующий, считая слева по буквам русского алфавита: Ф, Ж, Х, Г, З, Я, М, Д, Л, Р, Т, А, Е, О, И, Н, С, В, П, К, У, Ы, Б, Ь, Й, Ц, Щ. Соответственно каждый типовый рычаг имеет нумерацию с № 1 по № 27, причём на рычаге № 1 закреплена колодка с русской буквой Ф, а на рычаге № 27 колодка с русской буквой Щ. Сзади типовых рычагов на двух стойках *7* укреплена полукольцевая планка с кожаной подушкой *5*. Сзади планки с подушкой расположены тяги *15* со своими пружинками. Расположение тяг следующее, считая слева направо: тяга звонка *3в*, 27 типовых тяг, регистровые тяги «РУС» и «ЛАТ», запорная тяга *8* с оттяжной пружиной *9*. Нижние концы регистровых тяг и тяга звонка пропущены вниз настолько, чтобы они могли взаимодействовать со специальной блокировочной скобой и соответственно с регистровыми рычагами регистрового механизма и звонком.

Шток с печатающей скобой (рис. 191 и 193). Шток *47* представляет собой цилиндрический стержень, наглухо скреплённый с печатающей скобой *51*. В штоке сделаны две выемки, из них передняя *52* взаимодействует с лентопротяжным рычагом механизма продвижения бумажной ленты, а задняя *53* — с горизонтальным плечом *42* печатающего рычага и с рычагом механизма продвижения красящей ленты. На отростке *54* печатающей скобы закреплена двумя винтами *55* реверсионная скоба *56*. Для смазки штока на верху печатающей скобы закреплена маслёнка *57*.

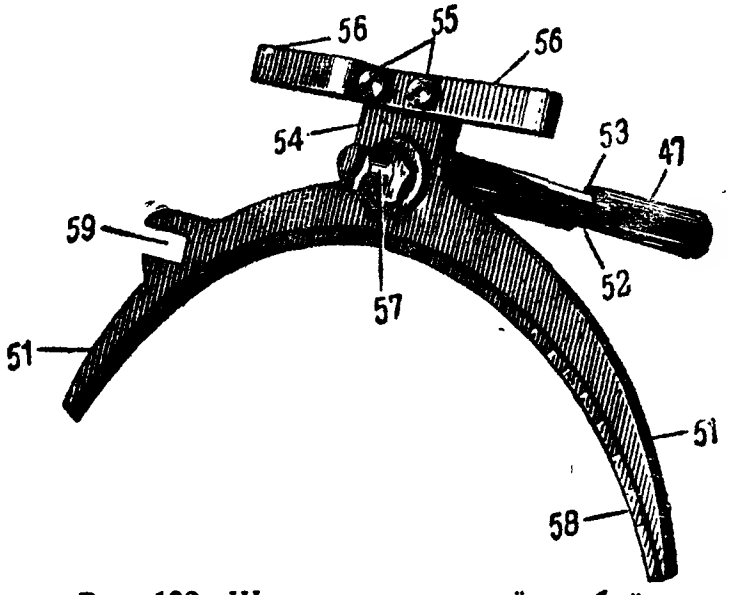


Рис. 193. Шток с печатающей скобой:
47 — шток; *51* — печатающая скоба; *52* и *53* — выемки; *54* — отросток; *55* — винты; *56* — реверсионная скоба; *57* — маслёнка; *58* — печатающий зуб скобы; *59* — вырез

Печатающая скоба *51* представляет собой полукруглую пластину, передняя грань которой срезана под углом, образуя по всей длине пластины печатающий зуб *58*. Печатающий зуб *58* скобы взаимодействует с выступом *17* типовой тяги *15* (рис. 191). Слева на скобе *51* сделан вырез *59*, которым скоба надевается на направляющий стержень, укреплённый на основании приёмника.

Сбрасывающая скоба *19* укреплена снизу к плато *12* селекционного механизма. Скоба имеет дугообразную форму и её передняя грань слегка скошена. Этой скошенной частью скоба действует на наклонную грань *18* типовой тяги, сбрасывая последнюю с печатающей скобы (см. рис. 189б).

Взаимодействие частей печатающего механизма (рис. 191). Когда пускоостановочный механизм освободит ведомый храповик, печатающий кулачок *35*, вращаясь, давит на вертикальное плечо печатающего рычага.

В начале вращения радиус кривизны печатающего кулачка в месте соприкосновения его с роликом наибольший; в этот момент печатающая пружина *43* растянута, а горизонтальное плечо печа-

тающего рычага находится в нижнем положении. Вертикальное же плечо в это время отклонено влево. При вращении печатающего кулачка вертикальное плечо *38* печатающего рычага перемещается вправо, а горизонтальное плечо *42* под действием печатающей пружины *43* поднимается вверх, поднимая вверх и шток *47* с печатающей скобой *51*. При движении печатающей скобы вверх она своей передней гранью захватит за выступ *18* той типовой тяги *15*, которая запала в паз, образовавшийся на селекционных линейках, и потянет тягу за собой вверх. Тяга, идя вверх, посредством зубчатой рейки *20* и зубчатого сектора *21* заставляет типовый рычаг *22* повернуться на своей оси. Типовый рычаг, поворачиваясь на оси, своими типами ударяет по ленте на лентопротяжном валике. Перед тем как печатающая скоба дойдёт до самой верхней точки, типовая тяга *15* наклонной гранью *17* наскакивает на сбрасывающую скобу *19* и расцепляется с печатающей скобой. Тяга под действием своей пружины *23* идёт вниз (станет в своё исходное положение) и возвратит на своё место типовый рычаг *22*. Затем печатающий кулачок *35* (со второй половины оборота) начнёт давить на ролик *37*, и вертикальное плечо *38* печатающего рычага начнёт отклоняться влево. При этом винт *44* давит на горизонтальное плечо *42* печатающего рычага, последнее тянет вниз шток вместе с печатающей скобой. В это время пружина *43* растягивается, запасая энергию, необходимую для последующего движения штока вверх.

Механизм продвижения бумажной ленты

Механизм продвижения бумажной ленты служит для протягивания бумажной ленты на ширину знака и интервала между знаками. Продвижение ленты происходит после отпечатывания каждого знака и при нажатии на клавишу пробела. При нажатии на регистровые и звонковую клавиши продвижения ленты не происходит. Механизм продвижения бумажной ленты состоит из:

— лентопротяжного рычага с ведущей собачкой;
— промежуточной оси с храповиком и зубчатым барабаном;
— лентопротяжной каретки;
— стопорной собачки.

Лентопротяжный рычаг с ведущей собачкой (рис. 194) взаимодействует со штоком печатающего механизма и с храповиком промежуточной оси. Лентопротяжный рычаг, восприняв движение штока, поворачивает промежуточную ось слева направо на один зуб храповика и этим обеспечивает продвижение бумажной ленты на ширину знака и промежутка между ними.

Лентопротяжный рычаг *1* насажен на винт-ось, на которой рычаг может поворачиваться. Винт-ось лентопротяжного рычага ввёрнута в опорный металлический брусок *2*, закреплённый спереди основной станины *13* приёмника двумя винтами *5*. В нижней части рычага крепится на винте-оси *4* ведущая храповая собачка *3*, а в верхней части закреплён ролик, свободно вращающийся на своей оси.

Ролик рычага *1* постоянно прижат к телу штока (вставленного в обойму *14*) спиральной пружиной *6*, которая зацеплена одним концом за лентопротяжный рычаг, а другим за угольник *7*, закреплённый на опорном бруске двумя винтами *8*. Ведущая лентопротяжная собачка имеет спиральную пружину *9*, которая оттягивает верхнюю часть собачки вправо настолько, что её зуб постоянно сцеплен с зубьями храповика *10* промежуточной оси *11*.

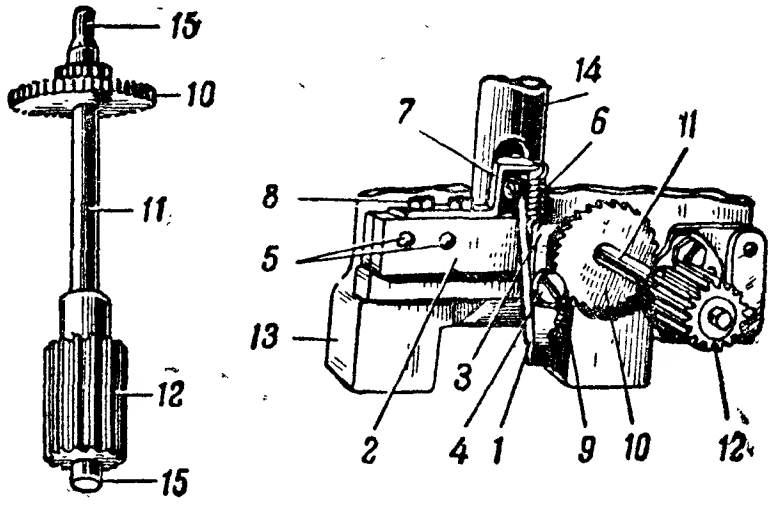


Рис. 194. Лентопротяжный механизм:

1 — лентопротяжный рычаг; *2* — опорный брусок; *3* — ведущая храповая собачка; *4* — винт-ось; *5* — винты; *6* и *9* — пружины; *7* — угольник; *8* — винты; *10* — храповик; *11* — промежуточная ось; *12* — зубчатый барабан; *13* — станина приёмника; *14* — обойма штока; *15* — шипы оси

Промежуточная ось с храповиком и зубчатым барабаном (рис. 194) вращается слева направо под действием ведущей собачки лентопротяжного рычага и в свою очередь вращает ось лентопротяжного валика каретки продвижения бумажной ленты. На промежуточной оси *11* в задней части закреплён наглухо чекой храповик *10*, а спереди также наглухо закреплён чекой зубчатый барабан *12*. Промежуточная ось вращается задним шипом *15* в гнезде, сделанном в основной станине *13*, а передним шипом *15* — в опорной стойке *16* (рис. 195), закреплённой двумя винтами на плато приёмника. Зубчатый барабан сцеплен с зубчатой шестерёнкой *17*, закреплённой на оси *18* лентопротяжного валика каретки продвижения бумажной ленты.

Лентопротяжная каретка (рис. 195а) служит для направления и продвижения бумажной ленты, направления красящей ленты, перемещения бумажной и красящей лент при переходах с регистра на регистр и, наконец, обеспечивает направление типового рычага на печатающий валик при отпечатывании знака. Лентопротяжная каретка устроена следующим образом.

В металлической рамке *19* сделаны отверстия, сквозь которые проходит ось *18* лентопротяжного валика *20*. В задней части оси *18* закреплена наглухо винтом зубчатая шестерёнка *17*, а спереди пластмассовый лентопротяжный валик *20*. Передний конец оси *18*

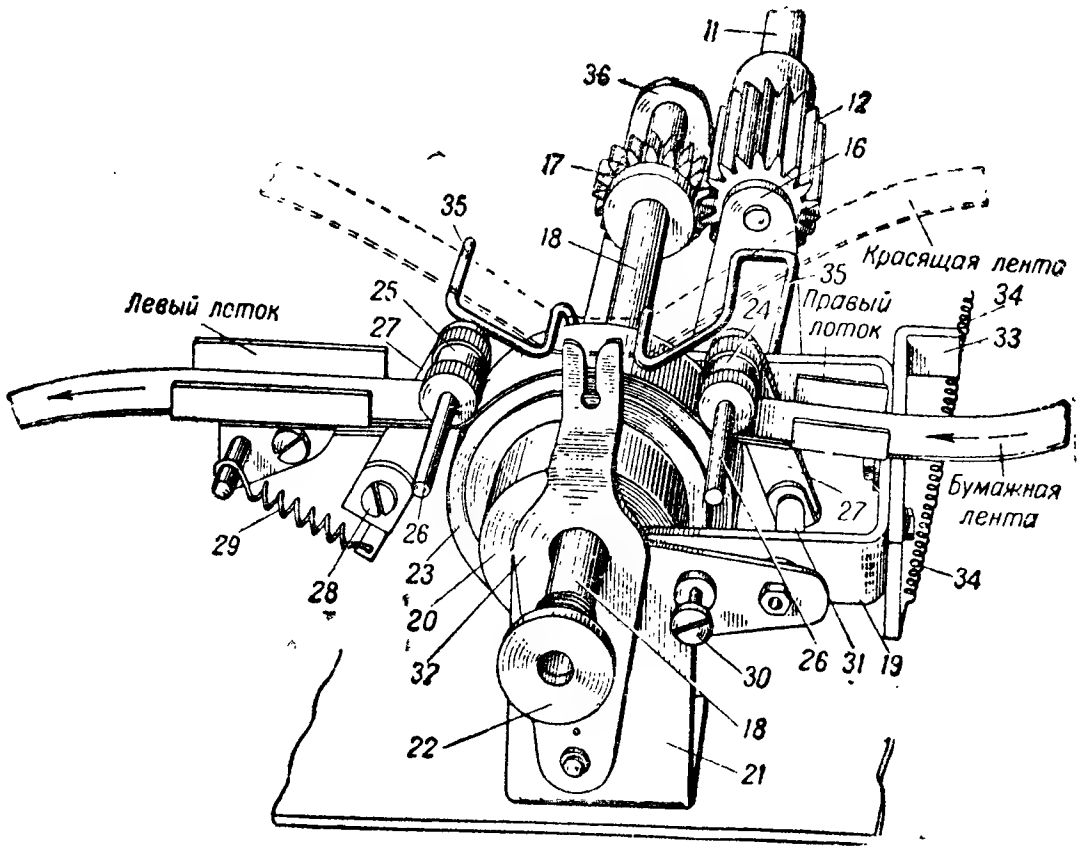


Рис. 195а. Лентопротяжная каретка механизма продвижения бумажной ленты аппаратов новых выпусков:

11 — промежуточная ось; *12* — зубчатый барабан; *16* — опорная стойка; *17* — шестерёнка; *18* — ось лентопротяжного валика; *19* — рамка каретки; *20* — лентопротяжный валик; *21* и *36* — опорные стойки; *22* — ограничительная гайка; *23* — резиновое кольцо; *24* и *25* — лентонажимные ролики; *26* — оси; *27* — рычаги; *28* — винт-ось; *29* — пружина; *30* — регулировочный винт; *31* — стержень; *32* — улавливатель; *33* — придаток; *34* — пружина; *35* — лентоводитель; *36* — задняя опорная стойка

проходит в отверстие передней опорной стойки *21* и оканчивается навинченной ограничительной гайкой *22*. На лентопротяжный валик *20* надето резиновое кольцо *23*, по которому проходит справа налево бумажная лента. Резиновое кольцо смягчает удар типового рычага по бумажной ленте, что обеспечивает более отчётливый оттиск знака на ленте и, кроме того, увеличивается срок службы типа, напаянного на типовый рычаг.

Справа и слева к резиновому кольцу *23* плотно прилегают лентонажимные ролики *24* и *25*, насаженные со свободным вращением на осях *26*. Оси *26* закреплены в рычагах *27*, которые насажены на винты-оси *28*, ввёрнутые в заднюю часть рамки *19*. Рычаги *27* оттягиваются пружинами *29* так, что ролики *24* и *25* постоянно прижимают бумажную ленту к резиновому кольцу *23* лентопротяжного валика *20*.

Спереди каретки имеется передняя опорная стойка *21*, в правой части которой закреплены регулировочный винт *30* и металлический стержень *31*, направляющий рамку каретки при её перемещениях вперёд и назад. К этой стойке прикрепляется металлический улавливатель *32*, направляющий типовый рычаг на валик *20*. Справа

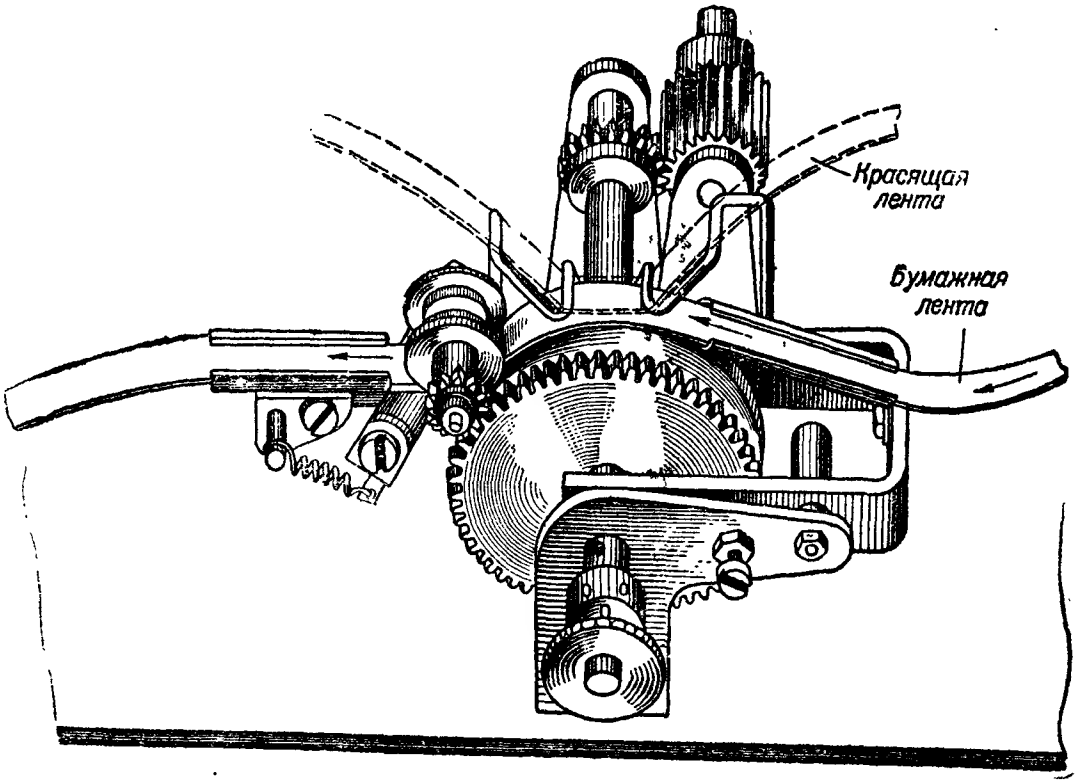


Рис. 195б. Лентопротяжная каретка механизма продвижения бумажной ленты аппаратов старых выпусков

к рамке *19* прикреплён придаток *33*, взаимодействующий с переводным пальцем регистрового механизма. За нижнюю часть придатка зацеплен один конец оттяжной спиральной пружины *34*, второй конец которой зацеплен за штифт, укреплённый на плато приёмника. Пружина *34* оттягивает всю каретку назад при переходе с одного регистра на другой.

Проволочный лентоводитель *35* обеспечивает направление красящей ленты так, чтобы она проходила над бумажной лентой вблизи от последней. Лентоводитель *35* крепится винтами к задней части рамки *19*. Ось *18* каретки вращается в подшипниках передней опорной стойки *21* и задней опорной стойки *36*.

Устройство каретки в аппаратах старых выпусков, несколько отличающейся от описанной нами выше, показано на рис. 195б.

Стопорная собачка (рис. 196) удерживает промежуточную ось от произвольного перемещения. Собачка устроена следую-

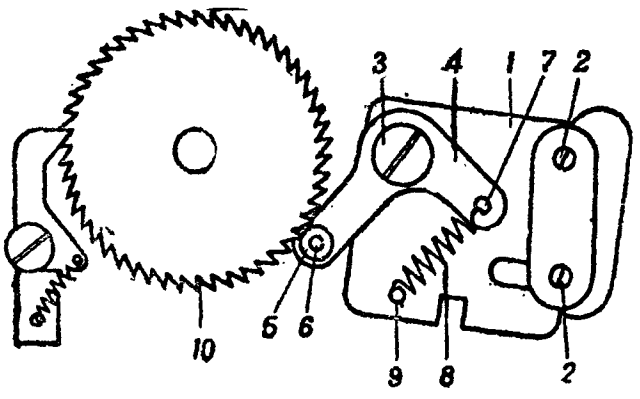


Рис. 196. Стопорная собачка:
1 — пластинка; *2* — винты; *3* — винт-ось; *4* — рычаг; *5* — собачка; *6* — ось собачки; *7* — штифт; *8* — пружина; *9* — штифт; *10* — храповик

щим образом. На пластинке *1*, закреплённой спереди основной станины двумя винтами *2*, вращается на винте-оси *3* рычаг *4* стопорной собачки *5*. Собачка *5* представляет собой ролик, свободно вращающийся на оси *6*, укреплённой на одном плече рычага *4*. На другом плече рычага *4* имеется штифт *7*, за который зацеплен один конец спиральной пружины *8*. Другой конец пружины зацеплен за штифт *9*, укреплённый в пластинке *1*. Пружина *8* оттягивает рычаг *4* так, что стопорная собачка *5* сильно прижимается к зубьям храповика *10*, благодаря чему создаётся достаточное трение и храповик *10* не может произвольно повернуться. Поворот храповика *10* на один зуб возможен только под действием лентопротяжной собачки, укреплённой на лентопротяжном рычаге механизма продвижения бумажной ленты. Стопорная же собачка не допускает произвольного перемещения и, следовательно, продвижение ленты подчинено действию только лентопротяжного рычага, срабатывающего от движения штока.

Взаимодействие частей лентопротяжного механизма (рис. 195а и 197). В тот момент, когда шток идёт вверх, ролик лентопротяжного рычага *1* выжимается из выемки штока, и лентопротяжный рычаг несколько поворачивается на своей оси по часовой стрелке. При повороте лентопротяжного рычага связанная с ним лентопротяжная собачка *5* идёт вниз и переходит на один зуб храпового колеса *10*. Стопорная собачка в этот момент удерживает храповое колесо от произвольного смещения.

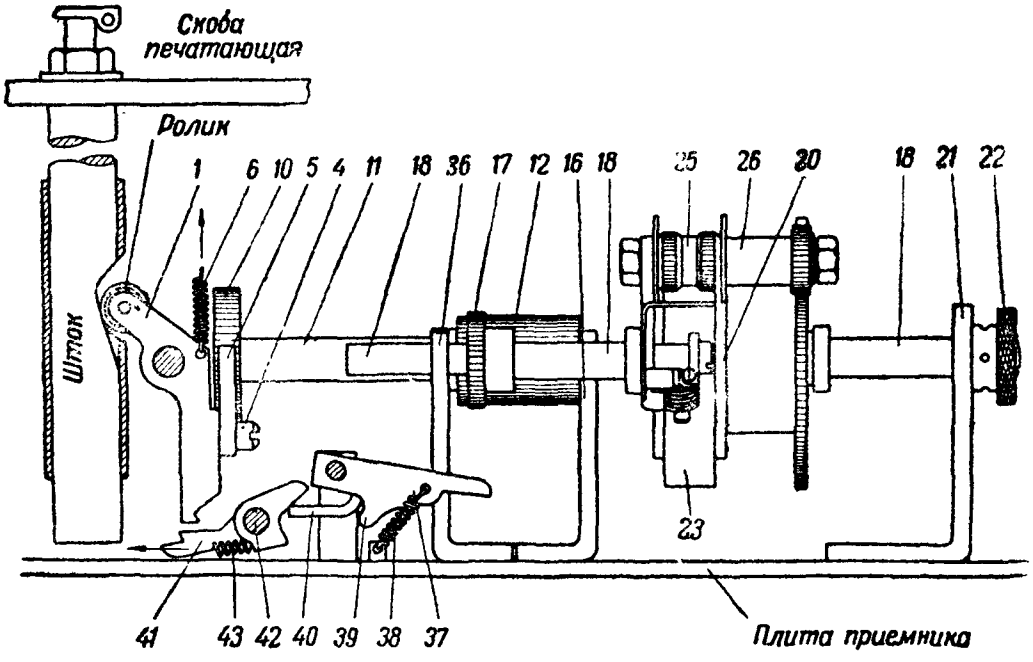


Рис. 197. Взаимодействие частей лентопротяжного механизма:

1 — лентопротяжный рычаг; *4* — винт-ось; *5* — лентопротяжная собачка; *6* — пружина; *10* — храповое колесо; *11* — промежуточная ось; *12* — зубчатый бара ан; *16*, *21* и *36* — стойки; *17* — зубчатое колесо; *18* — ось; *20* — лентопротяжный валик; *2?* — ограничительная гайка; *23* — резиновое кольцо; *25* — лентонажимной ролик; *26* — ось; *37* — блокировочная скоба; *38* — пружина; *39* — отросток скобы; *40* — палец; *41* — блокировочная собачка; *42* — ось; *43* — пружина

Когда шток идёт вниз, ролик лентопротяжного рычага *1* снова западает в выемку штока под действием спиральной пружины *6*. Лентопротяжный рычаг *1* в это время поворачивается против часовой стрелки и собачка *5* идёт вверх, упирается в зуб храпового колеса *10* и поворачивает его на один зубец. Одновременно поворачиваются зубчатый барабан *12* и зубчатое колесо *17* вместе с осью *18*. С осью *18* поворачиваются лентопротяжно-печатающий валик *20* и нажимной ролик *25*. Так как между лентонажимным роликом и лентопротяжно-печатающим валиком проходит бумажная лента, то при поворачивании валиков лента протягивается на величину знака и промежутка между знаками. В аппаратах старых выпусков лентонажимной ролик поворачивается принудительно посредством зубчатого сцепления (рис. 197).

Лента протягивается справа налево, проходя из тамбура через направляющие ролики, по правому направляющему желобку лентопротяжной каретки, под правым лентонажимным роликом по лентопротяжному валику и далее, пройдя под левым лентонажимным роликом, выходит в левый направляющий желобок.

Механизм продвижения красящей ленты

Механизм продвижения красящей ленты протягивает красящую ленту на некоторую длину после отпечатывания каждого знака, благодаря чему типовой рычаг ударяет по красящей ленте каждый раз по новому месту. Это обеспечивает, во-первых, меньший износ самой красящей ленты, а во-вторых, отчётливый отпечаток знака на бумажной ленте.

Механизм продвижения красящей ленты состоит из:

— движущей оси с шестерёнками и храповиком;
— лентопротяжного рычага с ведущей и стопорной собачками;
— двух осей катушек красящей ленты с обоймами;
— фиксатора.

Движущая ось с шестерёнками и храповиком (рис. 198а) взаимодействует с лентопротяжным рычагом и осями катушек красящей ленты. На концах оси *1* закреплены: конические шестерёнки *2* и *3* и переводные кольца *4* и *5*. Между шестерёнками и кольцами на оси надеты спиральные пружины, обеспечивающие быстрое переключение оси *1* с одной оси катушки на другую. На середине движущей оси наглухо закреплён зубчатый храповик *6* и конический фиксаторный диск *7*. Храповик *6* поворачивается лентопротяжным рычагом *8* на один зуб. Конический диск *7* фиксирует положение оси *1* в сцеплении с какой-либо осью *9* или *10* катушек красящей ленты.

Движущая ось вращается в гнёздах опорных металлических брусков *11* и *12*. Каждый брусок укреплён на основной станине *13* двумя винтами *14*. Помимо вращения, движущая ось может перемещаться вдоль своей оси для сцепления её конических шестерёнок *2* или *3* с шестерёнками *15* или *16*, укреплёнными на осях *9* и *10* катушек красящей ленты.

Лентопротяжный рычаг с ведущей и стопорной собачками (рис. 198а) взаимодействует со штоком печатающего механизма и с зубчатым храповиком движущей оси. Восприняв движение штока, лентопротяжный рычаг поворачивает движущую ось на один зуб храповика и этим обеспечивает продвижение красящей ленты.

Лентопротяжный рычаг *8* насажен на ось *17*, вставленную в гнездо прилива *18* основной станины *13*. На своей оси рычаг *8* может поворачиваться. В нижней части рычага *8* закреплён на винте-оси ролик *19*, взаимодействующий со штоком, и штифт *20*, за который зацеплен один конец оттяжной спиральной пружины. Второй конец этой пружины зацеплен винтом, ввёрнутым в станину *13*. В верхней части рычага *8* закреплён одним винтом металлический стержень *21*, на котором винтом *22* закреплена плоская пружина *23* с ведущей собачкой. Ведущая собачка прилегает к зубьям храповика *6*. Чтобы движущая ось не могла повернуться произвольно, с зубьями храповика *6* постоянно сцеплена стопорная собачка, укреплённая на плоской пружине *24*. Пружина *24* стопорной собачки крепится винтом *25* к основной станине.

Оси катушек красящей ленты с обоймами (рис. 198а и 198б). В механизме продвижения красящей ленты имеются две такие оси, одинаковые по своему устройству. Эти оси с одной стороны связаны при помощи своих шестерёнок с дви-

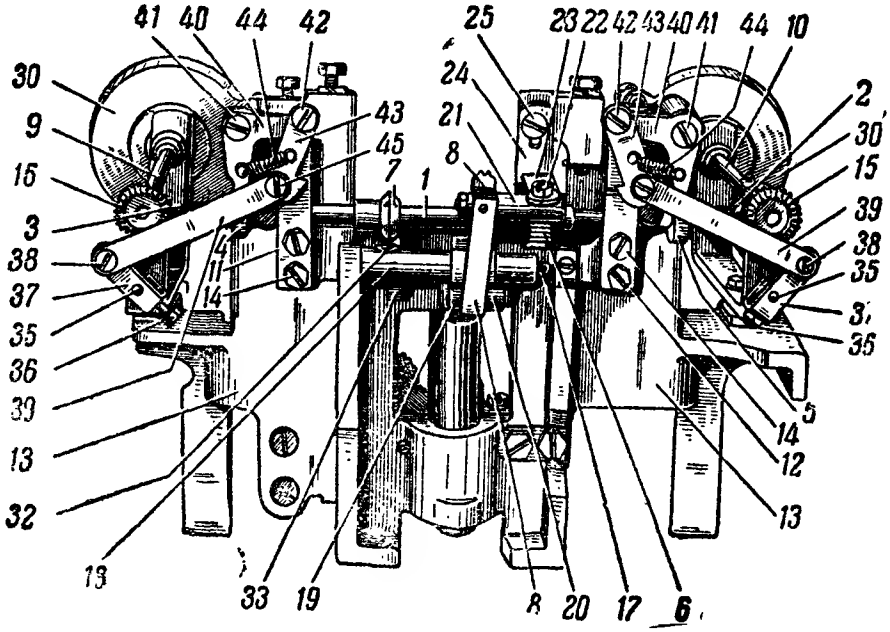


Рис. 198а. Механизм продвижения красящей ленты (вид сзади):

1 — реверсионная ось; *2* и *3* — шестерёнки; *4* и *5* — переводные кольца; *6* — храповик; *7* — фиксаторный диск; *8* — лентопротяжный рычаг; *9* и *10* — оси катушек; *11* и *12* — опорные брускн; *13* — станина; *14* — винты; *15* и *16* — шестерёнки; *17* — ось; *18* — прилив станины; *19* — ролик; *20* — штифт; *21* — стержень; *22* — винт; *23* — плоская пружина с ведущей собачкой; *24* — плоская пружина со стопорной собачкой; *25* — винт; *30* — обоймы; *32* — фиксаторный штифт; *33* — полый болт; *36* — оси; *36* — стопорные винты; *37* — скобки; *38* — винты-оси; *39* — реверсионные рычаги; *40* — переключающие рычаги; *41* и *42* — винты-оси; *43* — реверсионные собачки; *44* — пружины

жущей осью, а с другой — имеют обоймы для катушек с красящей лентой. Вращение движущей оси передаётся на одну из осей катушек и последняя, вращаясь, протягивает красящую ленту.

На осях *9* и *10* катушек красящей ленты сзади укреплены конические шестерёнки *15* и *16*, которые сцепляются с шестерёнками *2* и *3* движущей оси. Передний конец оси *9* (или *10*) имеет диск *26* со штифтом *27*. Штифт *27* удерживает катушку с лентой в сцеплении со своей осью. Для того чтобы катушка не соскакивала с оси, на конце последней навинчивается гайка *28*. Оси *10* и *9* вращаются в опорных скобах *29*, укреплённых на боковых приливах основной станины *13*.

Катушки с красящей лентой помещаются в обоймах *30*, которые имеют направляющие ролики *31* для направления красящей ленты.

Фиксатор (рис. 198а) удерживает движущую ось *1* в сцеплении с левой или с правой осью катушек красящей ленты и в некоторой мере помогает движущей оси перейти на сцепление с другой осью катушки в момент её переключения реверсионным механизмом.

Фиксатор устроен следующим образом. На движущей оси *1* закреплён наглухо конический диск *7*, к которому в рабочем положении постоянно прижат конический фиксаторный штифт *32*. Штифт *32* вставлен в гнездо полого болта *33*, ввёрнутого в прилив *18* основной станины *13* приёмника. В этом же гнезде под коническим штифтом уложена спиральная пружина, которая прижимает штифт к коническому диску *7*.

Работа фиксатора происходит следующим образом. Когда движущая ось сцеплена с какой-либо осью катушки красящей ленты,

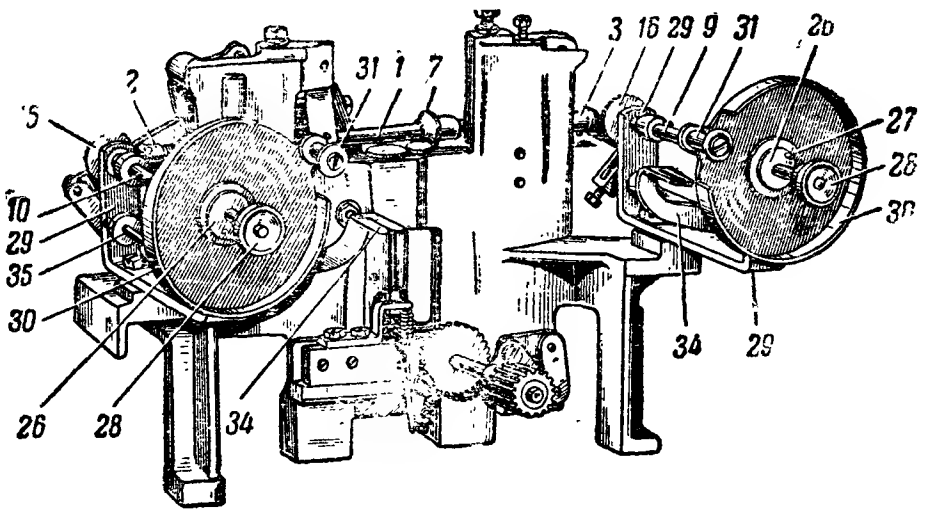


Рис. 198б. Механизмы продвижения красящей ленты (вид спереди):

1 — реверсионная ось; *2* и *3* — шестерёнки; *7* — фиксаторный диск; *9* и *10* — оси катушек; *15* и *16* — шестеренки; *26* — диски; *27* — штифт; *28* — гайки; *29* — опорные скобы; *30* — обоймы; *31* — направляющие ролики; *34* — лентонаправители; *35* — ось

штифт, будучи прижат к коническому диску, препятствует произвольному перемещению движущей оси. Иначе говоря, в этот момент движущая ось удерживается в сцеплении с данной осью катушки. Когда же движущая ось перемещается для сцепления с другой осью катушки (под действием переключающих рычагов реверсионного механизма), штифт вдавливается в своё гнездо, сжимая спиральную пружину. Как только конический диск пройдёт своей острой гранью вершину конуса штифта, последний, под действием своей пружины, ускоряет этот переход. После сцепления движущей оси с осью катушки штифт будет удерживать ось в сцеплении до нового перемещения оси.

Взаимодействие частей механизма продвижения красящей ленты (рис. 199а). Продвижение красящей ленты происходит при движении штока вверх и вниз. Части механизма взаимодействуют следующим образом. Движущая ось *1* (рис. 199а) посредством шестерёнок *2* и *15* связана с левой осью катушки красящей ленты. В данном случае красящая лента сматывается с катушки правой оси *9*, наматываясь на катушку левой оси *10*. Шток имеет сзади выемку в виде наклонной плоскости, с которой взаимодействует ролик *19* лентопротяжного рычага *8* (рис. 199б).

Когда шток идёт вверх, ролик *19* под действием оттяжной пружины западает в выемку штока, и лентопротяжный рычаг поворачивается на своей оси. Верхняя часть рычага *8* вместе с ведущей собачкой отходит назад, и зуб собачки заводится на один зубец храповика *6*. Когда же шток идёт вниз, ролик *19* выжимается

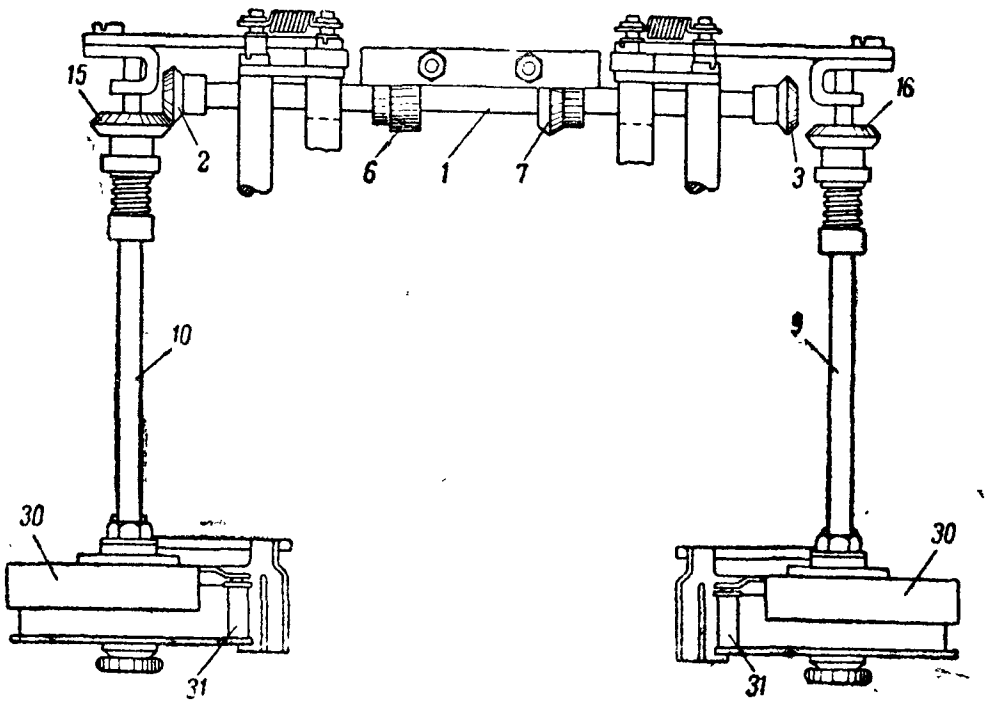


Рис. 199а. Механизм продвижения красящей ленты (вид сверху);
1 — реверсионная ось; *2* и *3* — шестерёнки; *6* — храповик; *7* — фиксаторный диск; *9* и *10* — оси катушек; *15* и *16* — шестерёнки; *30* — обоймы; *31* — направляющие ролики

из выемки штока, лентопротяжный рычаг поворачивается и ведущая собачка повернёт храповик *6* в направлении, показанном стрелкой на рис. 199б. Вместе с храповиком *6* повернётся движущая ось *1* и её шестерёнка *2*. Так как шестерёнка *2* сцеплена с шестерёнкой *15*, то последняя также повернётся, а в свою очередь повернётся и ось *10* катушки с красящей лентой. Поворот катушки обусловливает продвижение красящей ленты.

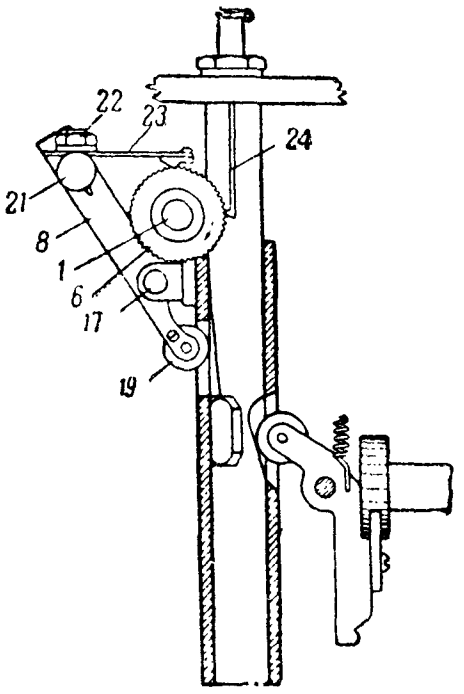


Рис. 199б. Детали механизма продвижения красящей ленты; *1* — реверсионная ось; *6* — храповик; *8* — лентопротяжный рычаг; *17* — ось; *19* — ролик; *21* — стержень; *22* — винт; *23* — плоская пружина с ведущей собачкой; *24* — плоская пружина со стопорной собачкой

Реверсионный механизм

Реверсионный механизм переключает движущую ось механизма продвижения красящей ленты, обеспечивая её сцепление с левой или с правой осью катушек красящей ленты. Переключение движущей оси происходит в конце сматывания красящей ленты с какой-либо катушки.

Реверсионный механизм состоит из:

— двух передних реверсионных рычагов с осями и двух задних реверсионных рычагов;

— двух переключающих рычагов с реверсионными собачками;

— реверсионной скобы.

Передние реверсионные рычаги с осями и задние реверсионные рычаги (рис. 198) взаимодействуют с переключающими рычагами в момент переключения движущей оси, причём это взаимодействие зависит от положения красящей ленты, проходящей через прорези передних реверсионных рычагов.

Передние реверсионные рычаги *34* расположены своими лентонаправляющими прорезями напротив лентонаправляющих роликов *31*. Рычаги наглухо насажены на осях *35*, которые пропущены через опорные скобы *29*. На задних концах осей *35* укреплены стопорными винтами *36* скобки *37*. В свою очередь скобки *37* скреплены посредством винтов осей *38* с задними реверсионными рычагами *39*.

Переключающие рычаги с реверсионными собачками (рис. 198а). Переключающие рычаги взаимодействуют с переводными кольцами, надетыми на движущую ось механизма продвижения красящей ленты, а реверсионные собачки взаимодействуют с переключающими рычагами и реверсионной скобой.

Переключающие рычаги *40* закреплены на винтах-осях *41*, ввёрнутых в основную станину *13*. Рычаги *40* имеют два плеча —

вертикальное и горизонтальное. Вертикальные плечи рычагов *40* пропущены вниз так, что они размещаются: плечо левого рычага — между опорным бруском *11* и переводным кольцом *4*, а плечо правого рычага — между бруском *12* и кольцом *5*. На горизонтальных плечах рычагов *40* укреплены на винтах-осях *42* реверсионные собачки *43*.

Реверсионные собачки *43* оттягиваются в сторону осей катушек красящей ленты (от реверсионной скобы, которая на рис. 198 не показана) спиральными пружинами *44*; один конец каждой пружины зацеплен за штифт на собачке, а второй конец за штифт на переводном рычаге. С собачками *43* связаны посредством винтов-осей задние реверсионные рычаги *39*. Реверсионные собачки имеют зуб, посредством которого они взаимодействуют с реверсионной скобой.

Реверсионная скоба (рис. 200). Реверсионная скоба *46* наглухо скреплена со штоком печатающего механизма и таким образом она движется со штоком вверх и вниз. Концы *47* и *48* скобы загнуты вниз, причём они расположены так, что в некоторый момент могут ударить по зубу реверсионной собачки. Когда переключения нет, загнутые концы реверсионной скобы проходят мимо реверсионных собачек.

Взаимодействие частей реверсионного механизма (рис. 200). Пусть красящая лента намоталась на правую катушку *49*. Тогда кнопка или узелок, завязанный на левом конце

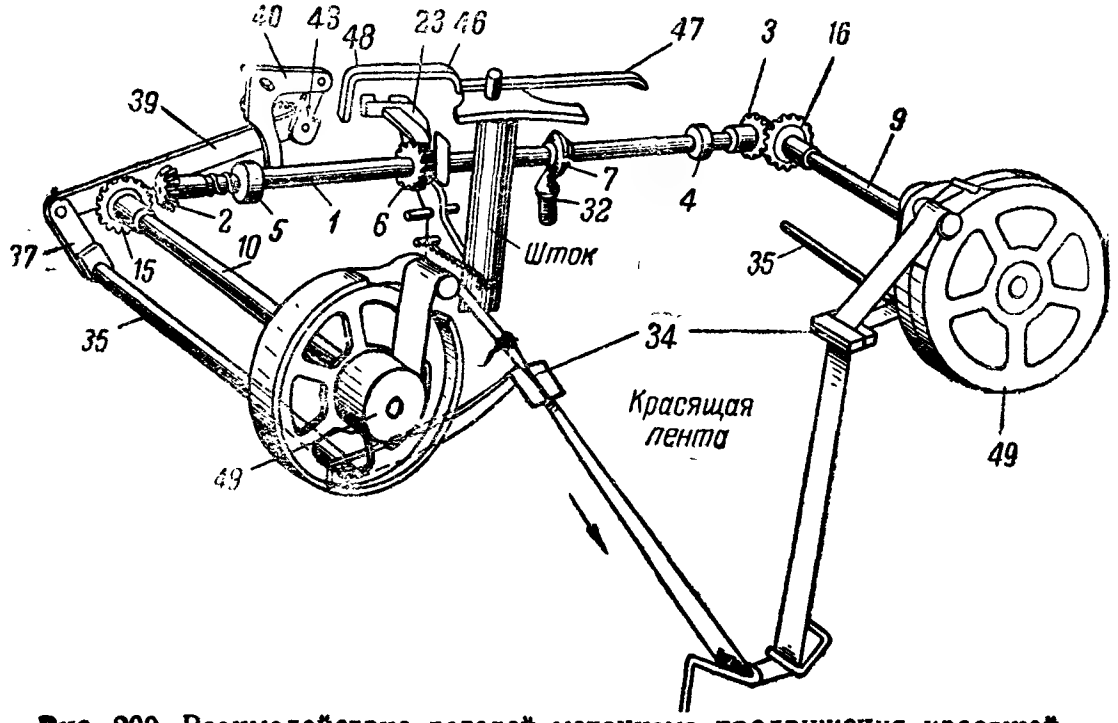


Рис. 200. Взаимодействие деталей механизма продвижения красящей ленты:

1 — реверсионная ось; *2* и *3* — шестерёнки; *4* и *5* — переводные кольца; *6* — храповик; *7* — фиксаторный диск; *9* и *10* — оси катушек; *15* и *16* — шестерёнки; *23* — плоская пружина с ведущей собачкой; *32* — фиксаторный штифт; *34* — рычаги-лентонаправители; *35* — оси; *37* — скобки; *39* — реверсионный рычаг; *40* — переключающий рычаг; *43* — реверсионная собачка; *46* — реверсионная скоба; *47* и *48* — концы реверсионной скобы; *49* — катушки с красящей лентой

красящей ленты, дойдя до прорези левого переднего реверсионного рычага *34*, начнёт отводить рычаг вниз (узелок не может пройти сквозь прорезь рычага). Рычаг *34*, опускаясь вниз, будет поворачивать свою ось *35* по часовой стрелке, и соответственно задний реверсионный рычаг *39* начнёт отводить реверсионную собачку *43* вправо, в сторону реверсионной скобы. Наступит такой момент, когда зуб реверсионной собачки встанет на путь движения левого конца *48* реверсионной скобы. Теперь при движении реверсионной скобы *46* вниз, её левый конец *48* ударит по зубу собачки *43*, последняя пойдёт вниз и потянет вниз горизонтальное плечо переключающего рычага *40*. В это время вертикальное плечо рычага *40* пойдёт влево, нажмёт на переключающее кольцо *5*, движущая ось передвинется влево до сцепления шестерёнок *2* и *15*, и красящая лента начнёт наматываться на левую катушку.

Переключение оси с левой катушки на правую происходит точно так же, только действует в этом случае правая часть реверсионного механизма. Отметим, что в момент переключения движущей оси конический фиксаторный штифт *32* перейдёт на правую плоскость конического диска *7* и будет препятствовать произвольному переключению движущей оси, т. е. он будет удерживать ось *1* в сцеплении с левой осью *10* катушки красящей ленты.

Регистровый механизм

Регистровый механизм служит для перемещения и установки лентопротяжной каретки в такое положение, при котором на бумажной ленте отпечатывались бы буквы русского алфавита, латинского алфавита или цифры. Этот механизм срабатывает при нажатии на одну из трёх регистровых клавиш клавиатуры, обозначенных «РУС», «ЛАТ» и «ЦИФ». Регистровый механизм (рис. 201а и б) состоит из:

— регистровой кулачковой муфты;
— трёх регистровых рычагов;
— трёх отжимающих рычагов.

Регистровая кулачковая муфта *1* фрикционно связана с второй движущей осью *2*. Благодаря фрикционному сцеплению муфта может совершать движение только в те моменты, когда происходит переход с одного регистра на другой. Муфта представляет собой бронзовую втулку с продольной канавкой, на которую на шпонках насажены три регистровых кулачка *3* (кулачок русского буквенного регистра, кулачок цифрового регистра и кулачок латинского регистра) и переводной эксцентрик *4*. Эти детали разделены между собой металлическими втулками и с одного конца закреплены гайкой. Регистровые кулачки взаимодействуют с регистровыми рычагами *7*, а переводной эксцентрик — с роликом *5* переводного рычага *6*. Левое плечо переводного рычага имеет переводной палец *11*, прижатый к придатку рамки лентопротяжной

каретки. Спиральная пружина *8* всё время тянет рамку каретки назад, а придаток рамки, нажимая на переводной палец *11*, заставляет ролик *5* прижиматься к переводному эксцентрику *4*. Лентопротяжная каретка может занять три положения: заднее, когда будут печататься русские буквы, среднее, когда печатаются цифры, и переднее, когда печатаются буквы латинского алфавита. Каретка перемещается вперёд под действием переводного пальца *11*, а назад каретку отводит пружина *8*.

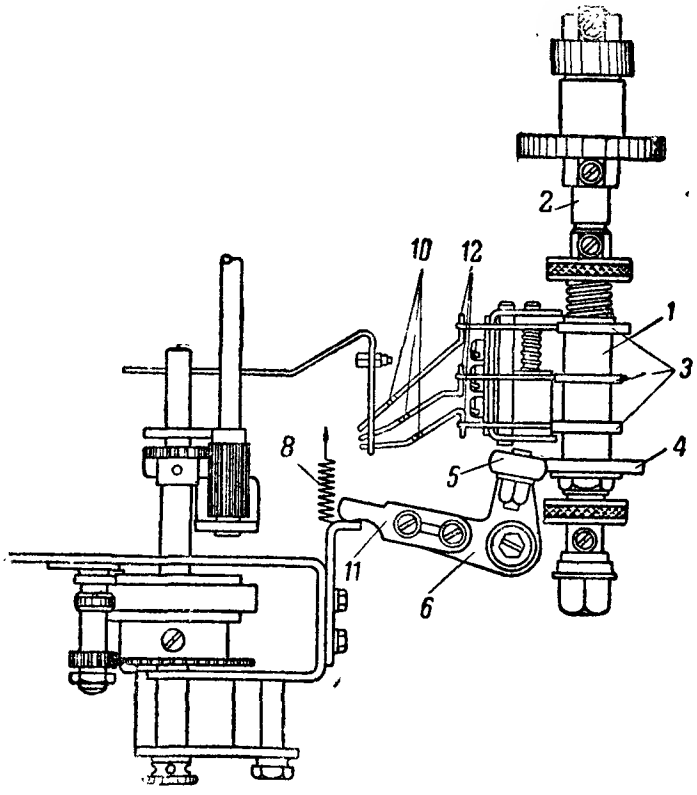


Рис. 201а. Регистровый механизм (вид сверху):

1 — регистровая муфта; *2* — движущая ось; *3* — регистровые кулачки; *4* — эксцентрик; *5* — ролик; *6* — переводной рычаг; *8* — пружина; *10* — регистровые тяги; *11* — переводной палец; *12* — крючки тяг

Регистровых рычагов три. Вертикальное плечо рычага имеет клюв *9*, в который упирается выступ кулачка регистровой муфты, а его горизонтальное плечо расположено над крючком регистровой тяги *10*.

Выступ какого-либо кулачка *3* всегда упирается в клюв одного из регистровых рычагов и удерживает муфту от вращения. Горизонтальное плечо регистрового рычага

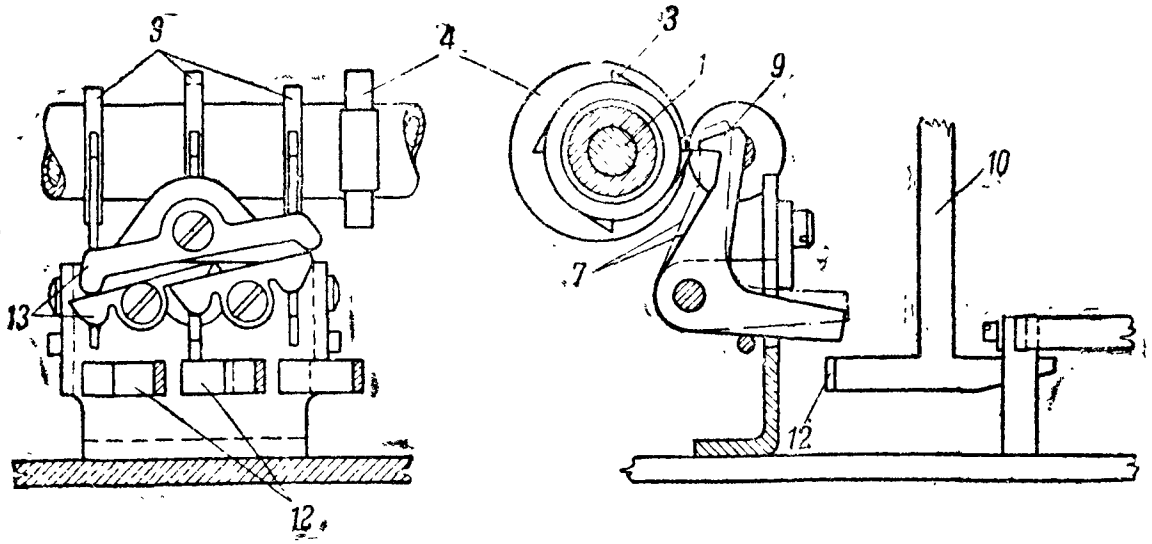


Рис. 201б. Отжимающие рычаги регистрового механизма:

1 — регистровая муфта; *3* — регистровые кулачки; *4* — эксцентрик; *7* — регистровые рычаги; *9* — клюв регистрового рычага; *10* — регистровая тяга; *12* — крючки тяг; *13* — отжимающие рычаги

взаимодействует с отжимающими рычагами *13*, связанными друг с другом.

Взаимодействие регистрового рычага с отжимающими рычагами состоит в том, что при перемещении какого-либо одного из них вперёд другие перемещаются назад.

Взаимодействие частей регистрового механизма (рис. 201а). Для перехода с одного регистра на другой нажимают регистровую клавишу и в линию посылаются посылки тока данной комбинации. Эти посылки тока принимаются электромагнитом, приёмная часть аппарата срабатывает и напротив данной регистровой тяги образуется паз на селекционных линейках. В паз западает регистровая тяга, и при движении штока вверх печатающая скоба захватит тягу и потянет вверх.

Тяга своим крючком поднимет горизонтальное плечо регистрового рычага, заставляя его повернуться на своей оси. Вертикальное плечо этого рычага подойдёт к своему кулачку на муфте. В тот момент, когда тяга поднимет горизонтальное плечо регистрового рычага, отжимающие рычаги отводят от кулачковой муфты вертикальное плечо другого регистрового рычага. Муфта больше ничем не удерживается и начнёт вращаться за счёт фрикционного сцепления до тех пор, пока выступ кулачка не задержится клювом регистрового рычага, ставшего на пути крючка. Во время движения муфты эксцентрик, нажимая на ролик переводного рычага, поворачивает его. При этом переводящий палец *11* нажмёт на придаток ролика лентопротяжной каретки, и вся каретка с лентой передвинется вперёд. Если же муфта повернётся настолько, что эксцентрик уменьшит давление на ролик, то пружина оттянет рамку, а вместе с ней и всю каретку назад.

Механизм блокировки продвижения бумажной ленты

При переходе с одного регистра на другой и при нажатии звонковой клавиши лента не должна продвигаться, иначе между соседними знаками, отпечатанными на разных регистрах, будет пробел. Чтобы лента не продвигалась при переходе с регистра на регистр, она блокируется специальным механизмом блокировки бумажной ленты.

Устройство этого механизма следующее (рис. 197).

Три регистровые и звонковая тяги оканчиваются внизу двухсторонними крючками. Одна сторона каждого крючка регистровой тяги служит для воздействия на регистровый механизм, а звонковой — на молоточек звонка; другая сторона крючков взаимодействует с блокировочной скобой *37*. Под левым плечом блокировочной скобы расположен крючок звонковой тяги, а под правым — крючки регистровых тяг.

Блокировочная скоба *37* вращается в опорных угольниках на двух осевых винтах и в спокойном состоянии удерживается в ниж-

нем положении спиральной пружиной *38*; ограничителем скобы в нижнем положении является отросток её левого плеча *39*. В середине скоба *37* имеет палец *40*, который взаимодействует с блокировочной собачкой *41*, удерживая её в нужном положении. Собачка *41* находится ниже лентопротяжного рычага и насажена на винт-ось *42*. Когда продвижение бумажной ленты не блокируется, левая часть собачки опущена вниз, т. е. её правая ось поднята пальцем *40* вверх. Пружина *43* блокированной собачки в этот момент растянута.

Взаимодействие частей механизма блокировки продвижения бумажной ленты (рис. 197). Когда будет нажата одна из четырёх клавиш, звонковая или регистровая, то соответствующая тяга западёт в сплошной паз селекционных линеек и в дальнейшем она будет поднята печатающей скобой. Регистровая тяга в момент подъёма крючком подействует на одно из плеч блокировочной скобы и повернёт её. Палец *40* скобы освободит передний конец блокировочной собачки и собачка под действием пружины *43* повернётся на своей оси так, что её левый конец (см. рис. 197) поднимется и встанет на пути нижнего конца лентопротяжного рычага. При опускании печатающей скобы со штоком ролик лентопротяжного рычага будет стремиться запасть в выемку штока, но этому будет препятствовать задний конец блокировочной собачки. Зубец рычага *1* и зуб собачки сцепятся, рычаг *1* вместе с лентопротяжной собачкой окажется запертым (заблокированным) и продвижения ленты не произойдёт.

Во время приёма следующего знака шток пойдёт вверх и снова нажмёт на ролик, благодаря чему лентопротяжный рычаг расцепится с блокировочной собачкой и при движении штока вниз лента будет нормально продвигаться. Блокировочная скоба под действием своей пружины возвратится в исходное положение и отведёт левую часть собачки *41* вниз. Так будет происходить всякий раз, когда сработает какая-либо из регистровых или звонковая тяга.

Сигнальный звонок аппарата СТ-35

В аппаратах СТ-35 старых выпусков имеется два сигнальных звонка, из них один является перебойно-вызывным, а второй контролирует наличие бумажной ленты в тамбуре. В аппаратах последних выпусков звонка для контроля ленты нет.

Перебойно-вызывной звонок служит для подачи звукового сигнала телеграфисту на приёмном аппарате, когда:

— передающий аппарат вызывает приёмный, приглашая, например, к обмену телеграммами;

— в цепи нет тока (обрыв цепи); перебойно-вызывной звонок беспрерывно звонит и этим предупреждает о повреждении цепи.

Перебойно-вызывной звонок срабатывает всякий раз, когда на клавиатуре будет нажата клавиша *Зв*. Звонок устроен следующим образом (рис. 202).

На угольнике *1*, привёрнутом к станине приёмника с левой стороны, укреплена звонковая чашка *2*. Внутри чашки расположен молоточек *3*, укреплённый на левом плече звонкового рычага *4*, который может поворачиваться на своей оси, укреплённой в стойке *5*. Спиральная пружина *6* всё время тянет плечо с молоточком вверх, правое же плечо звонкового рычага находится над крючком тяги *7* (звонковая тяга).

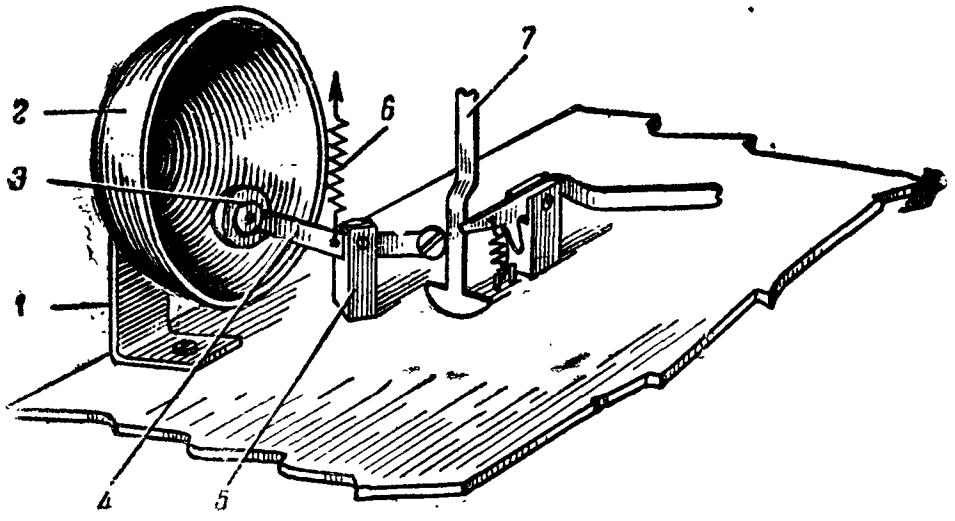


Рис. 202. Перебойно-вызывной звонок:
1 — угольник; *2* — звонковая чашка; *3* — молоточек; *4* — звонковый рычаг; *5* — стойка; *6* — спиральная пружина; *7* — тяга звонковая

Взаимодействие частей перебойно-вызывного звонка (рис. 202). При нажатии на клавишу *Зв* в линию посылается комбинация из пяти бестоковых посылок. Звонковая комбинация принимается на приёмном аппарате, и на селекционных линейках образуется сквозной паз против тяги звонка. Тяга звонка западает в паз и все остальные механизмы сработают, как и при любой другой комбинации. Когда печатающая скоба пойдёт вверх, она захватит тягу звонка и потянет её за собой. При движении вверх тяга, дойдя своим крючком до плеча звонкового рычага, ударит по правому плечу рычага *4*. Рычаг повернётся и своим левым плечом с молоточком ударит по звонковой чашке — телеграфист услышит звонок. Когда в цепи нет тока (например, цепь оборвана), звонок всё время звонит (в цепи всё время бестоковая комбинация) и телеграфист может определить, что произошёл обрыв цепи.

§ 61. ЦОКОЛЬ АППАРАТА И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Цоколь аппарата

Цоколь аппарата СТ-35 представляет собой металлическую отливку прямоугольной формы. Механизм и части аппарата устанавливаются на цоколе следующим образом. Сверху на цоколе крепится общее металлическое плато передающей части. На этом

плато снизу крепятся части клавиатуры, а сверху установлен передатчик со своей движущей частью. На плато передающей части устанавливается плато приёмника.

Плато приёмника. Плато приёмника (рис. 203) металлическое, на нём крепятся все механизмы приёмника, электромотор и две движущие оси (главная и регистровая). Плато *1* приёмника крепится на плато передающей части двумя винтами с уширенными головками. На плато *1* имеются отверстия для крепления частей приёмника. На рис. 203 видны следующие детали: пластинка *2*, обеспечивающая правильность установки стойки лентопротяжной каретки, стойка *3* промежуточной оси механизма продвижения бумажной ленты, стойка *4* оси лентопротяжной каретки, блокировочная скоба *5* и блокировочная собачка *6* с пружиной *7* механизма блокировки бумажной ленты, два проводника *8* включения электромагнита, два проводника *9* включения электромотора аппарата, два проводника *10* включения электроконтактного регулятора и три винта *11* крепления плато мотора.

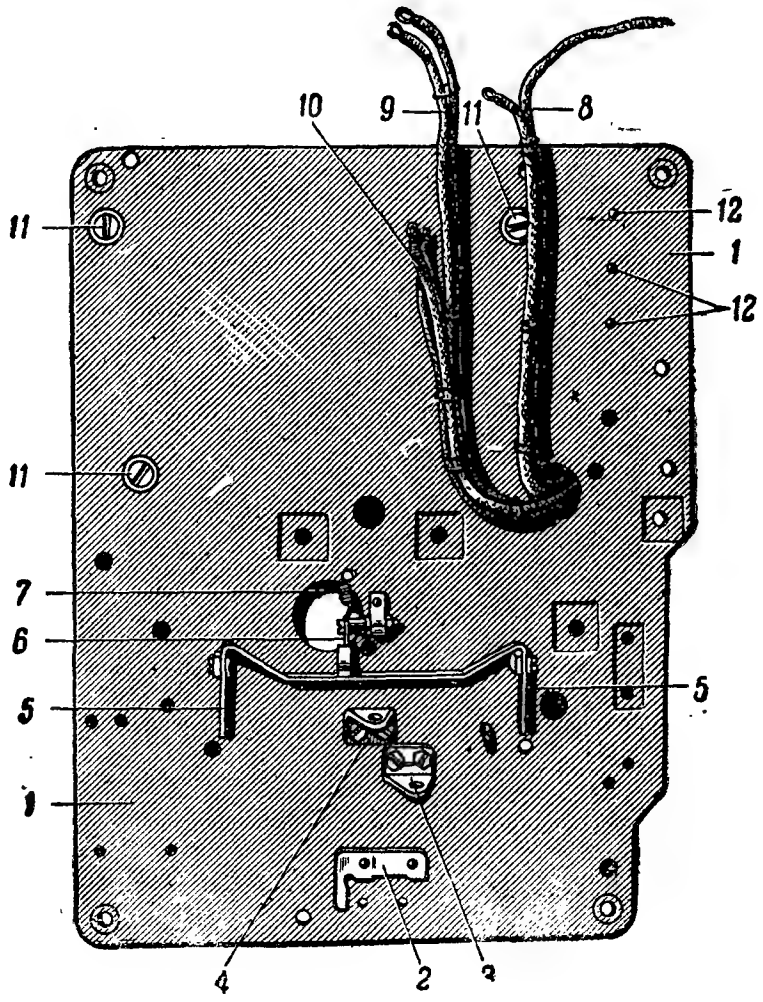


Рис. 203. Плато приёмника:

1 — плато; *2* — пластинка; *3* и *4* — опорные стойки; *5* — блокировочная скоба; *6* — блокировочная собачка; *7* — пружина; *8*, *9* и *10* — монтажные провода; *11* — винты; *12* — винты

Монтажные провода *8, 9* и *10* присоединены к контактным винтам колодки, укреплённой снизу плато приёмника тремя винтами *12*.

Основная станина приёмника. Основная станина приёмника (рис. 198) представляет собой металлическую отливку. На основной станине крепятся части и детали механизмов приёмника. Сама станина крепится к плато приёмника четырьмя винтами, которые ввёртываются в опоры станины. Как это видно из рис. 198, спереди станины закреплены детали лентопротяжного механизма бумажной ленты; на приливах станины по бокам закрепляются оси катушек красящей ленты и реверсионные рычаги, сзади станины крепится движущая ось и лентопротяжный рычаг механизма продвижения красящей ленты. Сверху крепятся селекционный и наборный механизмы. В основной станине закреплена также и обойма штока.

Тамбур для бумажной ленты. Для размещения бумажной ленты в цоколе справа сделан прилив, к которому привёрнут двумя винтами металлический тамбур. В тамбуре имеется кружок для надевания круга бумажной ленты. Чтобы круг бумажной ленты не выпадал из тамбура, последний закрывается металлическим диском. Для прохода и направления ленты при выходе её из тамбура в последнем сделана прорезь и закреплены направляющие ролики, посредством которых лента проходит на лентопротяжную каретку.

Футляр аппарата. Все части аппарата, кроме регулятора, в рабочем положении закрепляются металлическим футляром. Внутри футляр имеет войлочную обивку с целью уменьшения шума, производимого мотором и работающими механизмами аппарата. Для наблюдения за работой частей и их осмотра спереди футляра сделана откидная крышка со стеклом. На футляре укреплён также пюпитр и держатель для бланков телеграмм.

§ 62. СХЕМА АППАРАТА СТ-35

Монтажная схема аппарата СТ-35 последних годов выпуска показана на рис. 204а, а на рис. 204б показана монтажная схема аппаратов СТ-35 старых выпусков. Схема рис. 204а отличается от схемы рис. 204б тем, что в первой несколько упрощен монтаж и исключены некоторые монтажные детали. Монтаж схемы произведён снизу цоколя аппарата, где закреплены и детали, входящие в схему: два сопротивления по 250 *ом* каждое в моторной цепи аппарата; конденсатор 0,5 *мкф* для предотвращения искрения на контактах регулятора; искрогасительный контур, состоящий из конденсатора 0,1 *мкф* и сопротивления 80 *ом*, соединённых между собой последовательно, для гашения искры на контактах передатчика.

Рассмотрим цепи тока по схеме рис. 204а отдельно для цепи мотора и цепи передатчика и электромагнита.

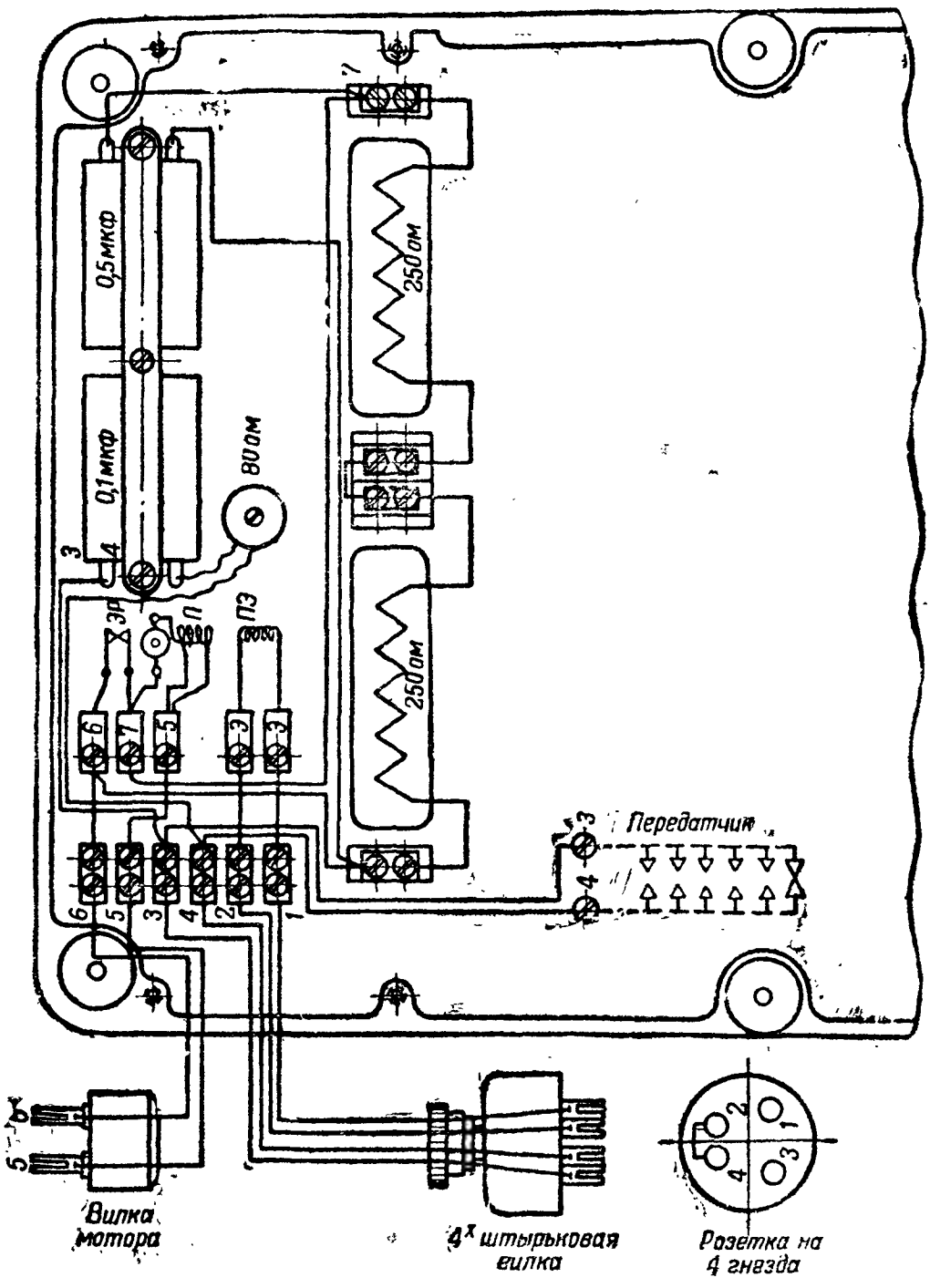


Рис. 204а. Монтажная схема аппарата выпуска 1944—1945 гг.

Цепь мотора, когда контакты регулятора замкнуты: ножка *5* вилки мотора, клеммы *5*, обмотка мотора, якорь мотора, клемма *7*, контакты регулятора *ЭР*, клеммы *6*, ножка *6* вилки мотора.

Цепь мотора, когда контакты регулятора разомкнуты: ножка *5* вилки мотора, клеммы *5*, обмотка мотора и якорь мотора, клеммы *7*, два сопротивления по 250 *ом*, клеммы *6*, ножка *6* вилки мотора.

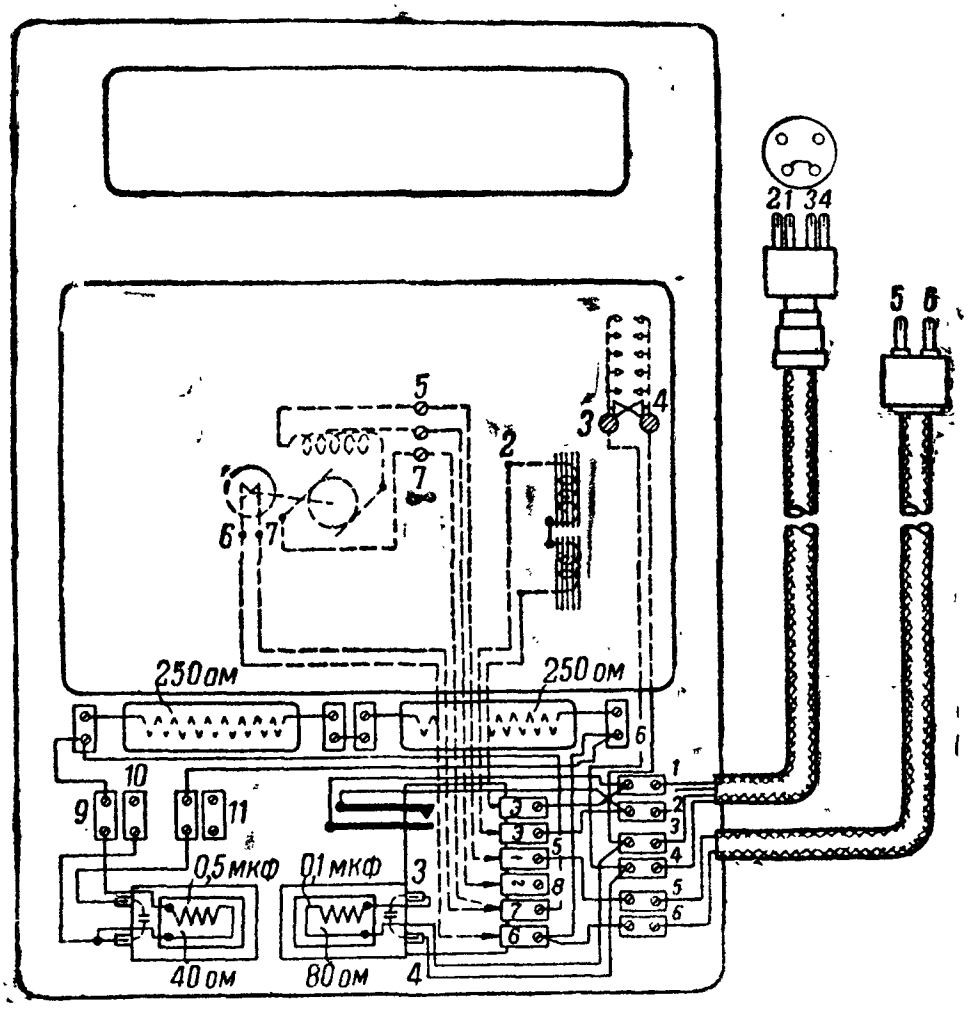


Рис. 204б. Монтажная схема аппарата СТ-35 старых выпусков

Цепь электромагнита и передатчика: ножка *1* четырёхштырьковой вилки, клемма *1*, клемма *Э*, обмотка приёмного электромагнита *ПЭ*, клемма *Э*, клемма *2*, ножки *2* и *4* (они замкнуты накоротко) четырёхштырьковой вилки, клемма *4*, контакты передатчика, клемма *3*, ножка *3* четырёхштырьковой вилки.

Искрогасительный конденсатор 0,5 *мкф* подключён параллельно контактам регулятора *ЭР* к клеммам *6* и *7* (эти клеммы расположены рядом с сопротивлениями по 250 *ом*).

Моторная цепь схемы оканчивается кабелем с двухштырьковой вилкой, с помощью которой мотор включается в сеть.

Проводники схемы от электромагнита и передатчика также выводятся кабелем на четырёхштырьковую вилку.

Схемы включения аппаратов СТ-35 без щитков. Ниже показаны две практические схемы включения аппаратов СТ-35: одна из них для работы «на себя», другая для работы в линию.

Схема для работы «на себя» (рис. 205) применяется на учебных станциях и в классах, где обучают работе на аппарате СТ-35 или изучают аппарат. Если на станции несколько

аппаратов, то все они включаются одинаково, как показано на схеме. Если на станции минус батареи заземлён, то соответственно заземляется и гнездо *3* розетки P_1.

Из схемы видно, что в розетке P_1 гнезда *2* и *4* закорочены, а к гнёздам *1* и *3* присоединена батарея *ЛБ*. Обычно батарея берётся напряжением 80 *в* и включается через реостат (Рустрата и др.), которым и регулируют силу тока в цепи (она должна быть 40—45 *ма*).

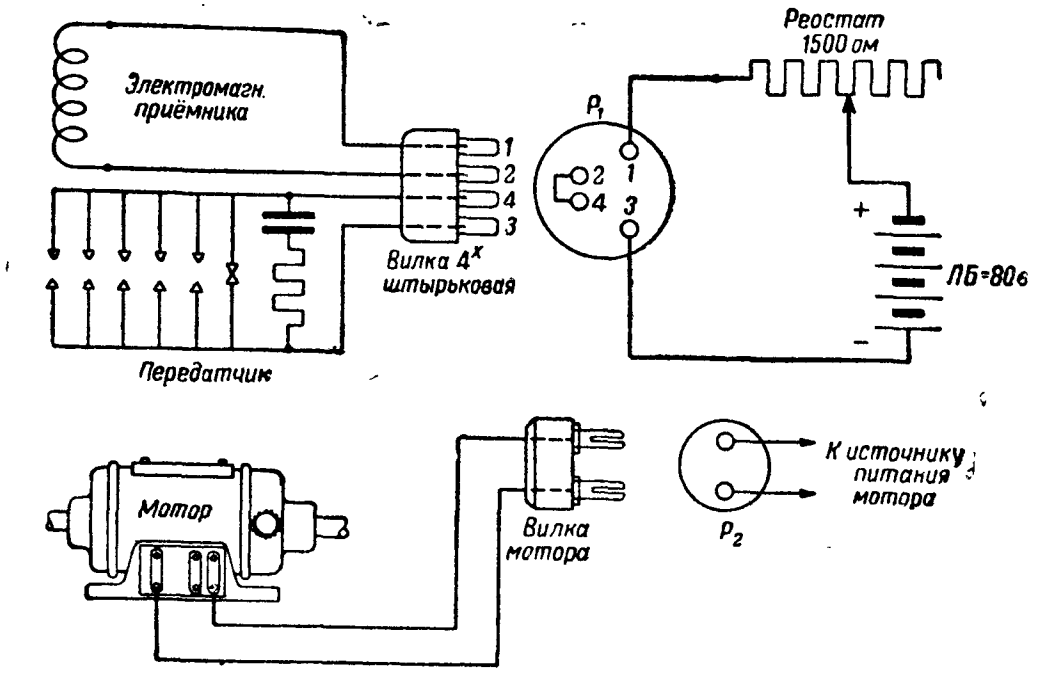


Рис. 205. Схема включения аппарата СТ-35 без щитка для работы на себя

К розетке P_2 присоединяют или источник постоянного тока напряжением 110 *в*, или источник переменного тока (можно и осветительную сеть) напряжением 120—127 *в*.

Чтобы включить аппарат, достаточно вставить четырёхштырьковую вилку в розетку P_1, а вилку моторной цепи в розетку P_2 и аппарат готов к работе.

Цепь тока линейной батареи: +*ЛБ*, реостат, гнездо *1* розетки P_1, штырёк *1* вилки, электромагнит приёмника, штырёк *2* вилки, гнёзда *2* и *4* розетки P_1, штырёк *4* вилки, замкнутые контакты передатчика, штырёк *3* вилки, гнездо *3* розетки P_1 и минус батареи *ЛБ*.

Схема для работы в линию (рис. 206). На схеме показано включение только передатчиков и электромагнитов обоих аппаратов, включение моторов не показано, так как оно будет таким же, как и в схеме для работы «на себя». На схеме показано питание от одной линейной батареи, установленной на станции *А* (можно и наоборот, установить батарею на станции *Б*). Можно установить батареи и на обеих станциях, тогда на одной станции заземляют минус батареи, а на другой плюс.

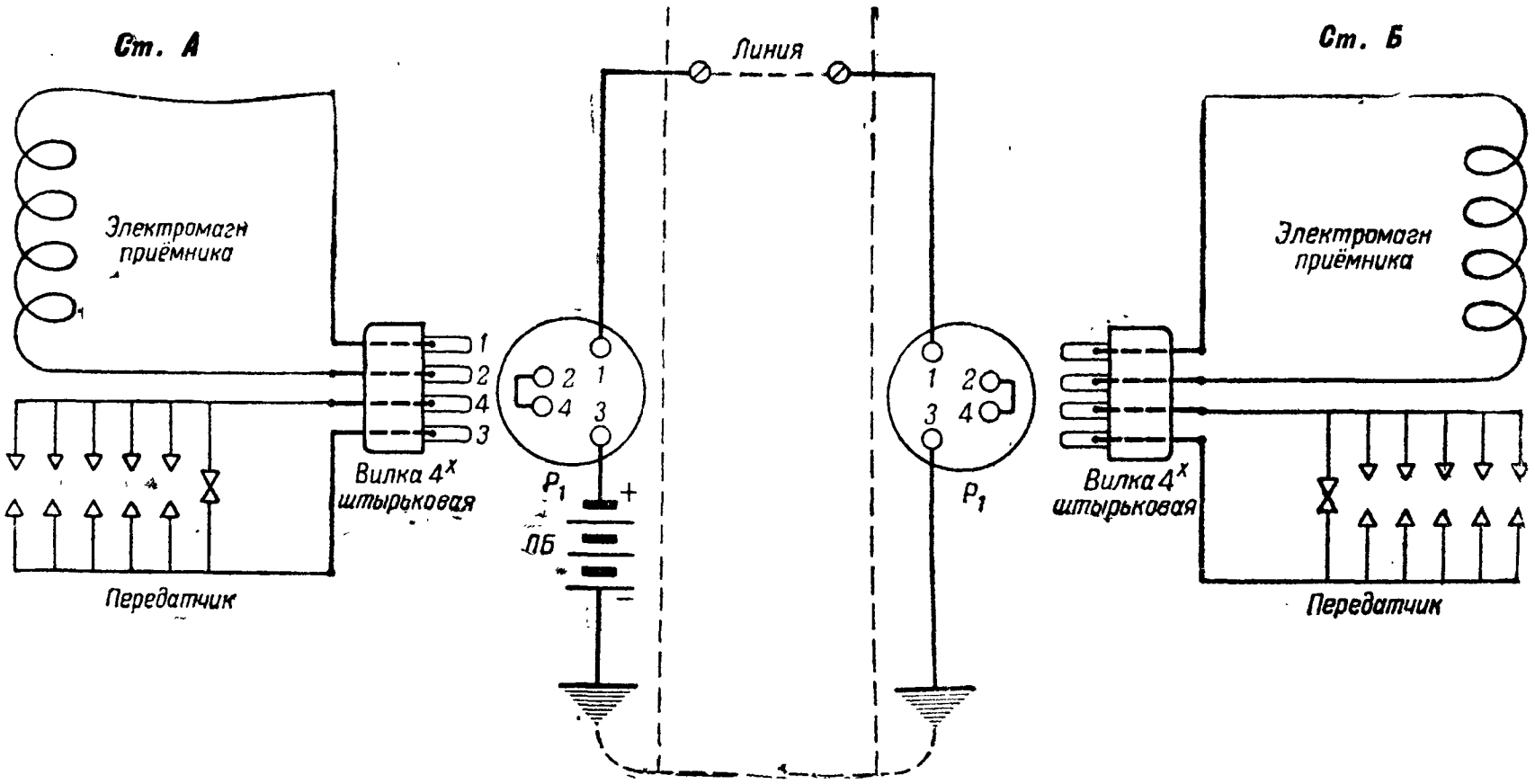


Рис. 206. Схема включения аппарата СТ-35 без щитка для работы в линию с батареей на одной станции

Из схемы видно, что в розетке P_1 станции *А* к гнезду *1* присоединена линия, к гнезду *3* батарея (+), минус которой заземлён; гнёзда *2* и *4* розетки P_1 закорочены. В розетке P_1 станции *Б* включение такое же, как и на станции *А*, только гнездо *3* заземлено. Передатчики и электромагниты на обеих станциях включены одинаково. Оба аппарата включаются в цепь вставлением четырёхштырьковых вилок в розетки P_1.

Цепь тока линейной батареи: +*ЛБ*, гнездо *3* розетки P_1 станции *А*, замкнутый контакт передатчика станции *А*, гнёзда *4* и *2* розетки P_1 станции *А*, электромагнит приёмника станции *А*, гнездо *1* розетки P_1 станции *А*, линия, гнездо розетки P_1 станции *Б*, электромагнит приёмника станции *Б*, гнёзда *2* и *4* розетки P_1 станции *Б*, замкнутый контакт передатчика станции *Б*, гнездо *3* розетки P_1 станции *Б*, земля. Землёй ток возвращается к минусу линейной батареи *ЛБ* станции *А*.

§ 63. ЩИТКИ К АППАРАТАМ СТ-35

В комплект аппарата СТ-35 входит специальный щиток, посредством которого производится включение аппарата. Эти щитки двух типов: щиток с реле Шорина и щиток без реле.

Щиток с реле Шорина входил в комплект аппаратов старых выпусков, к аппаратам последних выпусков придаются аппаратные щитки без реле.

Щиток с реле Шорина. Как известно, аппарат СТ-35 предназначен для работы на линиях, длина которых не превышает 250 *км*. В прежних выпусках аппаратов для связи на линиях, превышающих 250 *км*, завод-изготовитель придавал к аппарату дополнительный схемный щиток. Щиток обеспечивает работу аппарата как с реле, так и без реле и, кроме того, он позволяет измерить силу тока в линейной цепи при проверке аппарата «на себя». Схема щитка смонтирована на две независимые цепи: телеграфную и моторную.

Схемный щиток имеет следующие зажимы:

— зажимы *ММ* — для включения проводов от сети, питающей электродвигатель аппарата;

— зажим *Л* — для включения линии;

— зажим *ЛБ* — для включения линейной батареи;

— зажим *МБ* — для включения местной батареи;

— зажим *З* — для включения земли.

Принципиальная схема щитка дана на рис. 207. На схеме обозначены: $П_1$ — переключатель «работа» — «поверка на себя»; *R* — реостат на 1 200 *ом*; *Р* — реле; $r_л$ и $r_м$ — сопротивления по 100 *ом*; *ВМ* — выключатель моторной цепи.

Рассмотрим прохождение тока по схеме щитка при работе с реле. В этом случае ключ *КЛ* поставлен на отметку «с реле».

Цепь линейная: плюс линейной батареи, зажим *ЛБ*, контакты передатчика, пружины *2* и *3* верхнего набора ключа *КЛ*,

сбмотка реле P, реостат R, миллиамперметр mA, переключатель $П_1$ (он поставлен на отметку «работа»), зажим $Л$, линия, схема аппарата другой станции, земля; землёй ток вернётся к заземлённому минусу $ЛБ$ нашей станции.

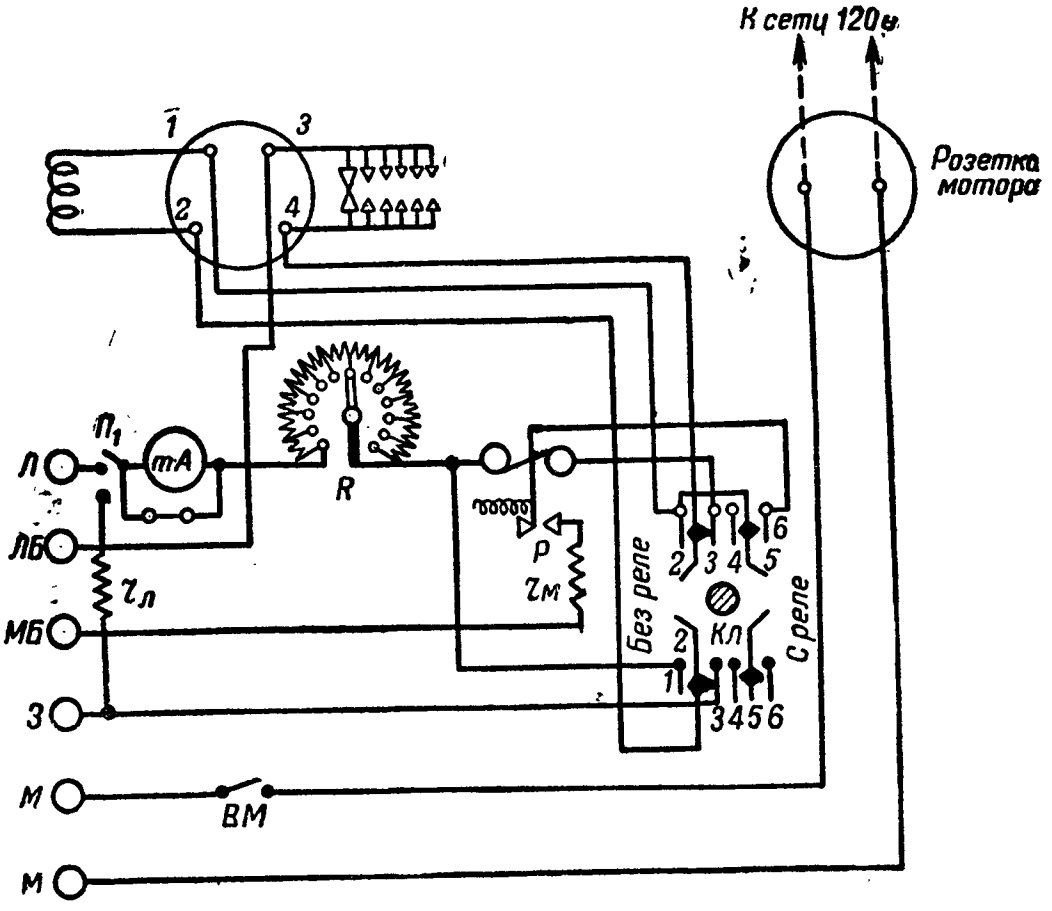


Рис. 207. Схема щитка аппарата СТ-35 с реле Шорина

Цепь местная: плюс местной батареи *МБ*, сопротивление $r_м$, контакт и язычок реле *Р*, пружины *6*, *5* и *1* верхнего набора ключа *КЛ*, приёмный электромагнит, пружины *2* и *3* нижнего набора ключа *КЛ*, зажим «земля» и далее к заземлённому минусу *МБ*.

Рассмотрим теперь цепь проверки аппарата «на себя». В этом случае ключ *КЛ* поставлен на отметку «без реле», а переключатель $П_1$ на отметку «проверка на себя».

Цепь тока: $+$ *ЛБ*, зажим *ЛБ*, контакты передатчика, пружины *2* и *1* верхнего набора ключа *КЛ*, обмотка приёмного электромагнита, пружины *2* и *1* нижнего набора ключа *КЛ*, реостат *R*, миллиамперметр, переключатель $П_1$, сопротивление $r_л$, зажим *З*, земля и далее к заземлённому минусу *ЛБ*.

Цепь тока при работе в линию со щитком, но без реле, отличается от цепи проверки «на себя» только тем, что ток идёт в линию, так как переключатель $П_1$ поставлен в положение «работа».

Чтобы включить аппарат СТ-35 через схемный щиток для работы с реле, надо проделать следующее:

— к зажимам *ММ* включить провода от сети или батареи, которая будет питать мотор аппарата;

— к зажиму *Л* включить линию;

— к зажиму *ЛБ* включить один полюс линейной батареи; второй полюс этой батареи заземляется;

— к зажиму *МБ* включить один полюс местной батареи напряжением не меньше 80 *в*; второй полюс этой батареи заземляется;

— к зажиму *З* присоединить провод от заземления;

— четырёхштырьковую вилку аппарата вставить в розетку;

— вилку от мотора аппарата вставить в розетку;

— переключатель $П_1$ поставить в положение «работа»;

— ключ *КЛ* поставить на отметку «с реле»;

— реостатом *R* установить силу тока 20—25 *ма*;

— включить мотор выключателем *ВМ*.

Если аппарат СТ-35 включается через схемный щиток, но работа будет производиться без реле или «на себя», то надо проделать следующее:

— включить моторную и линейную батареи к соответствующим зажимам;

— к зажимам *Л* и *З* включить линию и землю;

— вилки аппарата вставить в свои розетки, как указано выше;

— переключатель $П_1$ поставить в положение «работа» при работе в линию, или в положение «проверка на себя» при работе «на себя»;

— ключ *КЛ* поставить на отметку «без реле»;

— реостатом *R* установить силу тока 40 *ма*;

— включить мотор выключателем *ВМ*.

Проверка схемы щитка. Проверяются отдельно телеграфная и отдельно моторная цепи. Чтобы проверить телеграфную цепь, надо:

1. Закоротить попарно гнёзда *1* и *2* и гнёзда *3* и *4* в розетке включения аппарата.
2. Реостат *R* вывести полностью, т. е. включить 1 200 *ом*.
3. Переключатель $П_1$ поставить в положение «проверка на себя».
4. Рубильник миллиамперметра разомкнуть.
5. Ключ *КЛ* поставить в положение «с реле».
6. К зажимам *ЛБ* и *МБ* включить батарею 6 *в*.
7. Перебросить рукой якорь реле к рабочему контакту.

Если проверяемая часть схемы исправна, миллиамперметр даст отклонение.

После этого надо:

1. Указанное в пунктах 1, 2 и 4 оставить без изменений.
2. Переключатель $П_1$ поставить в положение «работа».
3. Ключ *КЛ* поставить на отметку «без реле».
4. Батарею 6 *в* включить к зажимам *Л* и *ЛБ*.

Если проверяемая часть схемы исправна, миллиамперметр даст отклонение. Таким образом, вся телеграфная цепь проверена. В случае неисправности схемы надо проверить её по точкам, составив для этого схему-пробник. Чтобы проверить моторную цепь, надо:

1. Закоротить гнёзда в розетке мотора.
2. Соединить перемычкой зажимы *ЛБ* и один из зажимов *М*.
3. Переключатель $П_1$ поставить в положение «работа».
4. Реостат *R* включить полностью.
5. Соединить накоротко правые гнёзда (*3* и *4*) розетки включения аппарата.
6. Рубильник, шунтирующий миллиамперметр, разомкнуть.
7. Ключ *КЛ* поставить в среднее положение.
8. К зажимам *Л* и *М* подключить батарею 6 *в*. Если моторная цепь исправна, миллиамперметр даёт отклонение.

Схемный щиток без реле. Вид сверху на щиток без реле показан на рис. 208а, на рис. 208б показана схема этого щитка.

Сверху на ящике щитка укреплены: розетка *1* с четырьмя гнёздами для включения передатчика и приёмного электромагнита; ро-

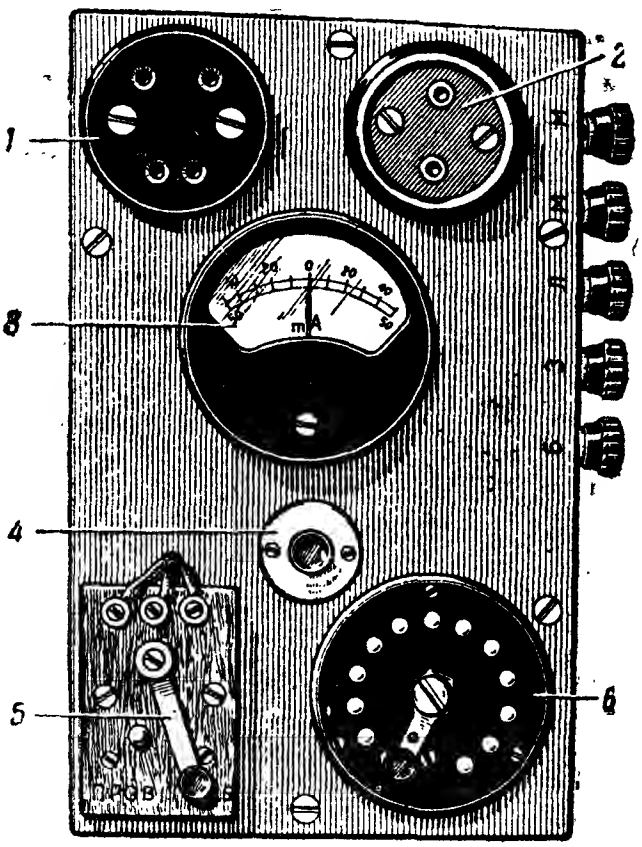


Рис. 208а. Схемный щиток СТ-35 без реле (вид сверху):
1 — четырёхштырьковая розетка; *2* — розетка моторная; *3* — миллиамперметр; *4* — кнопка; *5* — переключатель; *6* — реостат

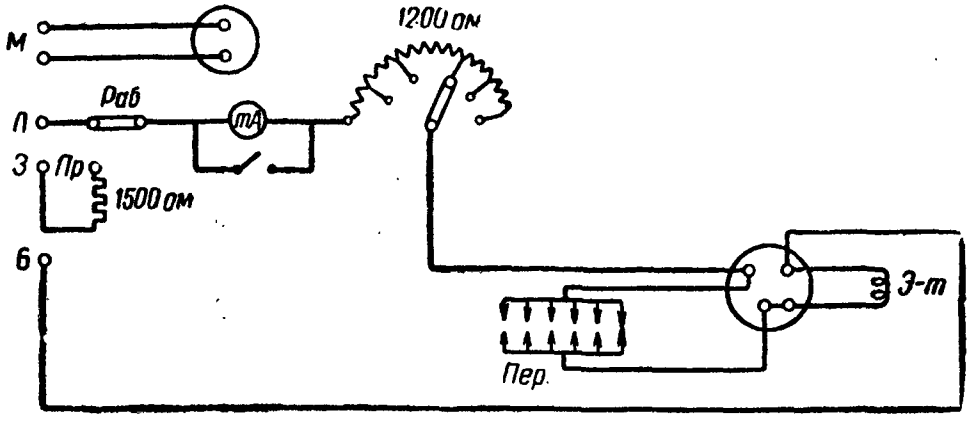


Рис. 208б. Схема щитка аппарата СТ-35 без реле

зетка *2* с двумя гнёздами для включения мотора; миллиамперметр *3* со шкалой 50—0—50 *ма*; кнопка *4* шунта миллиамперметра; переключатель *5* на два положения («пров» — проверка аппарата, «раб» — работа в линию); реостат *6* ползункового типа на 1 200 *ом*, секционированный через 100 *ом*. Сбоку ящика укреплено пять клемм: *М* — *М* — для подключения моторной батареи; *Л* — для подключения линии; *З* — для подключения заземления; *Б* — для подключения линейной батареи.

Внутри ящика укреплены: сопротивление на 1 500 *ом*, включаемое в цепь при проверке аппарата, миллиамперметр *3*, пружины шунта миллиамперметра, шесть катушек сопротивлений по 200 *ом* каждая. Эти катушки и составляют реостат *6*.

Внутренняя полость ящика щитка закрывается выдвижным фанерным дном.

Щиток используется так. Подключив проводники от линии, земли и батарей (линейной и моторной), надо включить вилки аппарата в розетки (четырёхштырьковую вилку в розетку *1*, а двухштырьковую в розетку *2*), установить переключатель *5* на контакт «пров», нажать кнопку *4* и реостатом *6* подобрать такое сопротивление, чтобы миллиамперметр показал силу тока 40—45 *ма*. Пустив аппарат и отрегулировав его, надо переключатель *5* переставить на отметку «раб» и, снова нажав на кнопку *4*, установить реостатом *6* ток в 40—45 *ма*.

Время от времени следует проверять силу тока в цепи, для чего достаточно нажать на кнопку *4*, а по миллиамперметру определить силу тока.

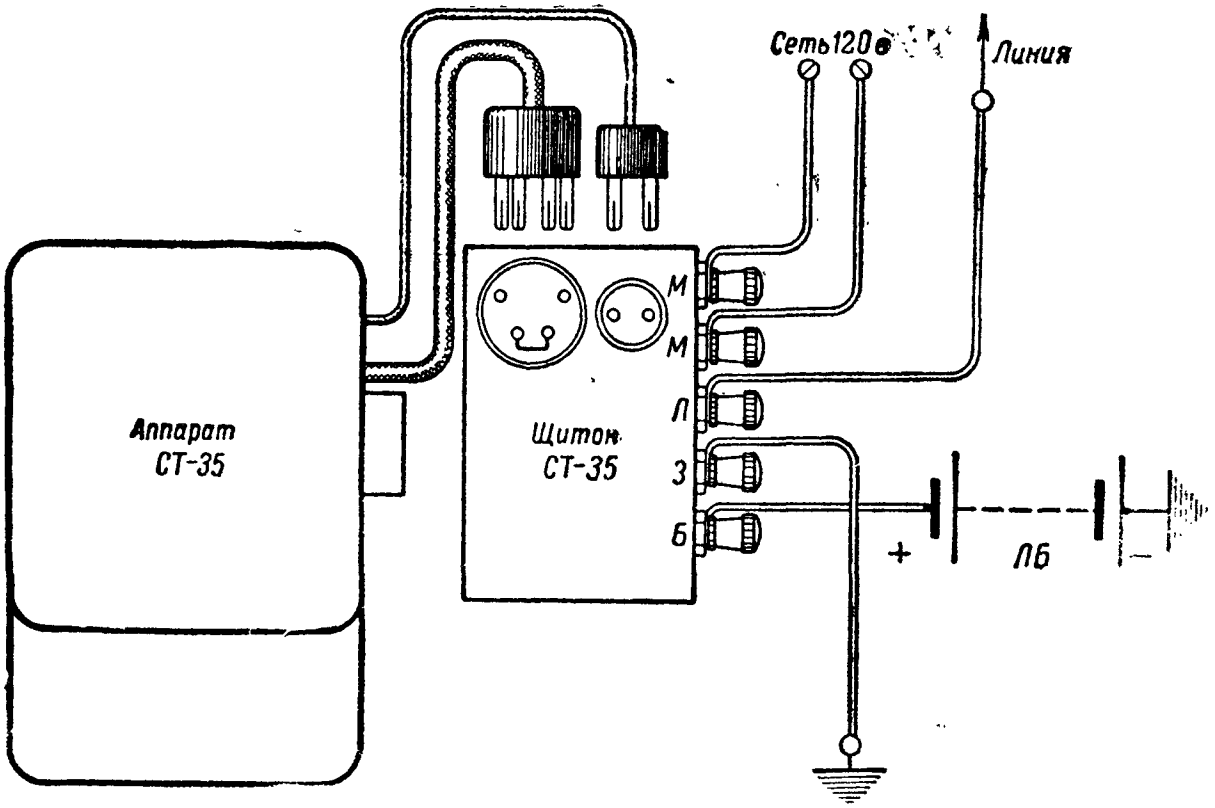


Рис. 209. Схема включения аппарата СТ-35 через щиток без реле

Схема щитка без реле (рис. 208б) значительно проще схемы щитка с реле.

Схема включения аппарата СТ-35 через щиток. На рис. 209 показана практическая схема включения аппарата СТ-35 через схемный щиток без реле. Как видим из рисунка, схема настолько проста, что не требует дополнительного пояснения.

§ 64. ВКЛЮЧЕНИЕ АППАРАТА СТ-35 В ЛИНИЮ И НАСТРОЙКА ЕГО ПРИ ВХОЖДЕНИИ В СВЯЗЬ

Правильно собранный, отрегулированный и смазанный аппарат при включении его в линию требует ещё дополнительной настройки, обусловливаемой особенностью работы аппарата на действующей связи. При этом надо учитывать:

— протяжённость и состояние линии;

— напряжение источников питания как телеграфной, так и моторной цепи.

При включении аппарата на действующую связь дежурный техник должен:

1. Включить питание телеграфной и моторной цепей аппарата.
2. Проверить скорость вращения мотора по камертону.
3. Проверить аппарат «на себя».
4. Включить аппарат в линию и установить нужную силу тока в цепи.
5. Запросить пробу от другой станции и установить фазу.
6. Обменяться пробами с работающей станцией.
7. Получив хорошую пробу в обе стороны, отметить это в аппаратном журнале, доложить о готовности аппарата к работе и сдать аппарат телеграфисту для эксплоатации.

Включение аппарата СТ-35. Если аппарат работает через щиток, то батарея, линия и земля включаются на щитке так, как указано в схеме рис. 209. Если же аппарат включается без щитка, тогда надо подключить батарею, линию и землю непосредственно к розетке, согласно схеме рис. 206. Напряжения источников питания должны быть: линейной батареи — по расчёту, но не менее 80 *в*, местной батареи — 80 *в*, моторной — или 110 *в* постоянного тока или 120 *в* переменного тока.

Скорость аппарата проверяется по камертону следующим образом: пустив в ход мотор, лёгким ударом привести в колебание ножки камертона и наблюдать через вибрирующую щель, между пластинками камертона, за движением стробоскопического диска на головке регулировочного винта.

Если стробоскопический диск перемещается в сторону вращения мотора, значит мотор вращается с повышенной скоростью. Если стробоскопический диск будет перемещаться в сторону, обратную вращению мотора, значит скорость вращения мотора мала. Надо добиться такого положения, при котором стробоскопический диск будет казаться стоящим неподвижно; при этом скорость вращения мотора соответствует нормальной скорости движения аппарата (380 *об/мин*).

Если потребуется изменить скорость, то регулировка производится на ходу, не останавливая мотора. Для этого надо одной рукой взять рифлёную шайбу регулятора и, остановив её, другой рукой ввёртывать регулировочный винт, если скорость мала, или вывёртывать его, если скорость мотора велика.

Проверка аппарата «на себя». Установив скорость, проверяют аппарат «на себя». Для этого надо сначала дать подряд несколько раз комбинации ТГ, затем ТГСЛНД. Этой пробой проверяется работа всех механизмов на правильный набор, чистоту печати, продвижение бумажной и красящей лент. Затем даётся несколько комбинаций букв и цифр 1ТГСЛНД, 2ТГСЛНД, чем проверяется работа регистрового механизма и механизма блокировки бумажной ленты.

Чтобы убедиться в работе реверсионного механизма, нажимают по очереди передние реверсионные рычаги во время работы на клавиатуре и наблюдают за правильностью работы реверсионного механизма.

Если проба проходит нормально (без искажений), проверка «на себя» считается законченной, и аппарат может быть включён в линию. Если проба неудовлетворительна, надо отрегулировать фазу, а если этим нельзя добиться хорошей пробы, то отрегулировать натяжение пружины якоря электромагнита.

Включение в линию и проверка силы тока в цепи. Включить на щитке питание, линию и землю и вставить вилки в розетки. Затем по миллиамперметру щитка проверить силу тока в цепи.

Установка фазы. Чтобы установить фазу, надо:

а) Передавая поочерёдно буквы Т и Г, рычаг фазоустановителя смещать по шкале сначала в одну, а потом в другую сторону, пока не получится и в том и в другом случае искажения принимаемого знака. Затем устанавливают рычаг фазоустановителя на среднее деление найденного участка и закрепляют его винтом.

б) Передавая те же буквы Т и Г, сначала ослабляют, а потом увеличивают натяжение пружины якоря электромагнита до тех пор, пока не получится искажения принимаемых знаков (запомнить число оборотов винта). Определив в оборотах винта предел натяжения и ослабления пружины, при котором происходит правильный приём знаков, дают среднее натяжение пружине, устанавливая регулировочный винт в среднее положение.

в) Ещё раз проверяют положение фазоустановителя, т. е. вторично производят регулировку согласно п. «а».

Если аппарат печатает знаки без искажения и при смещении фазоустановителя в пределах 20—25 делений шкалы приём не нарушается, регулировка считается нормальной.

Обмен пробами. После установки фаз на обеих станциях станции обмениваются пробами, давая поочерёдно ТГ, ТГСЛНД, 1ТГСЛНД, 2ТГСЛНД и т. д. Если пробы прошли без искажения, регулировка считается законченной, и аппарат готов к эксплоатации.

§ 65. ЧАСТИЧНАЯ РАЗБОРКА И СБОРКА АППАРАТА СТ-35

Общие указания по разборке аппарата СТ-35

Разборка аппарата СТ-35 является весьма ответственным делом, и чтобы она не повлекла за собой поломок, её могут производить только опытные механики. Лицам, недостаточно знающим устройство аппарата, производить разборку запрещается. Разборка аппарата СТ-35 может быть или частичная или полная. В первом случае аппарат разбирается только на отдельные узлы и механизмы, во втором случае, уже после частичной разборки, отдельные механизмы разбирают на отдельные детали. Как при частичной, так и при полной разборке отдельных механизмов аппарата рекомендуется придерживаться той последовательности, которая дана ниже. Можно рекомендовать также заводскую инструкцию по разборке и сборке аппарата СТ-35. Производить разборку аппарата, не придерживаясь руководства, запрещается.

Прежде чем разбирать аппарат, надо подготовить рабочее место: приготовить стол, чистые тряпочки (мягкие) для протирки частей и их чистки, ванночку (лучше плоскую) с керосином для промывки загрязнённых частей, плоские коробочки (несколько штук) для складывания деталей от разобранных механизмов, острозаточенные палочки для очистки различных отверстий, подготовить инструмент для разборки (заточить отвёртки, проверить гаечные ключи и т. д.). Инструмент лучше всего использовать из ящика, входящего в комплект аппарата. При разборке и сборке аппарата СТ-35 необходимо:

— соблюдать определённую последовательность снятия отдельных механизмов и их деталей;

— снимать механизмы и части без больших усилий (точно так же и ставить части при сборке);

— снятые части в определённом порядке разложить или на столе (лучше на чистой бумаге) или по коробочкам;

— тщательно следить за тем, чтобы части (особенно мелкие) не перепутать; надо запомнить (или записать) очерёдность снятия деталей, чтобы не перепутать их при сборке аппарата;

— крепительные винты, во избежание их утери, лучше ввёртывать обратно на свои места после снятия детали;

— винты отвёртываются отвёрткой или ключом своего размера только на 2—4 оборота, а затем до конца рукой;

— при выколачивании деталей пользоваться деревянными подкладочками, а не выбивать детали металлическим молотком; без деревянной подкладки деталь может расплющиться или изменить свою форму (а иногда и поломаться);

— ввёртывать винты поочерёдно: сначала один винт на 2—3 оборота, потом второй и т. д.; последние 2—3 оборота винты завёртываются отвёрткой доотказа;

— при снятии механизмов и отдельных частей следить за тем, чтобы не поломать и не повредить смежных деталей;

— учитывать, что некоторые части и детали можно снять только в определённом их положении, в противном случае их снять нельзя;

— промывать детали в керосине очень тщательно, чтобы на частях механизмов не оставалось затвердевшей грязи, налёта ржавчины и т. п.;

— после промывки деталей в керосине они вытираются насухо тряпочкой, а если надо (и разрешается), смазываются маслом или вазелином;

— особо тщательно и бережно относиться к спиральным пружинам, иначе они после разборки могут оказаться негодными к работе (погнуты, помяты и т. д.); как правило, пружины снимают и устанавливают только пинцетом.

Частичная разборка аппарата СТ-35 производится в следующих случаях:

а) когда невозможно заменить поломанную или износившуюся деталь, не снимая других механизмов или частей;

б) когда необходимо отрегулировать положение детали и эту регулировку нельзя произвести без предварительной разборки как самой детали, так и других механизмов;

в) когда надо смазать деталь и при этом разборка неизбежна;

г) когда надо произвести чистку как отдельных деталей, так и механизмов;

д) при изучении устройства аппарата.

При эксплоатации аппарата частичная разборка производится по мере надобности. Однако следует помнить, что лишняя разборка не приносит пользы, и если можно сделать исправление без разборки, то лучше её не производить.

Частичная разборка и сборка передающей части аппарата СТ-35

Под частичной разборкой передающей части подразумевается разборка её на отдельные узлы и механизмы, когда последние не разбираются подетально. Перед разборкой передающей и приёмной частей аппарата надо снять с него кожух и отделить передающую часть от приёмной. Приёмная часть снимается с плато передающей части следующим образом: отвёртывают два винта с накатанными головками и шесть винтов с обычными головками и снимают приёмную часть вместе с мотором. Снимать надо обеими руками: левая рука подхватывает слева за основную станину, а правая — за ручку, укреплённую на станине главной оси.

Разборка передающей части. Разборку передающей части аппарата СТ-35 необходимо производить в такой последовательности:

1. Снять тамбур для чистой ленты. Открыв крышку тамбура и вынув из него ленту, отвернуть два винта, крепящих тамбур к приливу цоколя, и снять тамбур.

2. Снять защитную стойку оси передатчика. Отвернуть два винта, крепящих стойку к плато клавиатуры, и снять стойку.

3. Снять ось передатчика вместе с распределительной муфтой. Отвернуть два винта, крепящих заднюю стойку оси передатчика, затем, удерживая левой рукой распределительную муфту, правой рукой оттянуть ось вместе со стойкой назад, и вынуть из муфты. После этого отвести немного вправо запорную скобу и стоповый рычаг и вынуть распределительную муфту передатчика вместе с ведомым храповиком.

4. Снять передатчик с плато клавиатуры. Предварительно надо отделить пружину спускового рычага от стойки стартстопного механизма и отсоединить два проводника схемы у контактных пружин. После этого отвернуть четыре винта, крепящих переднюю и заднюю стойки передатчика на плато клавиатуры, осторожно (чтобы не поломать промежуточных рычагов) приподнять передатчик вверх, пока промежуточные рычаги не выйдут из комбинаторных линеек клавиатуры, и снять передатчик с плато.

5. Снять клавиатуру с цоколя аппарата. Поставить клавиатуру на левый бок и, придерживая её рукой, осторожно вытащить два проводника схемы, идущих от передатчика внутрь цоколя. После этого поставить клавиатуру горизонтально, отвернуть восемь винтов, крепящих её на цоколе, и, приподняв клавиатуру вверх, снять её.

Сборка передающей части. Передающую часть аппарата СТ-35 следует собирать в такой последовательности:

1. Установить клавиатуру на цоколь аппарата и закрепить её восемью винтами.

2. Установить передатчик на плато клавиатуры и закрепить его четырьмя винтами. После этого зацепить пружину спускового рычага за стойку стартстопного механизма передатчика.

3. Установить ось передатчика с распределительной муфтой, для чего устанавливают муфту на своё место и вставляют в неё ось так, чтобы передний шип оси вошёл в подшипник передней стойки передатчика. После этого закрепляют заднюю стойку оси на плато клавиатуры двумя винтами.

4. Установить защитную стойку шестерёнки оси передатчика, закрепив её на плато клавиатуры двумя винтами.

5. Присоединить проводники схемы к передатчику. Повернув цоколь на бок, пропустить два проводника схемы через отверстие в клавиатуре и присоединить их к контактным пружинам передатчика.

6. Установить тамбур, закрепив его двумя винтами на приливе цоколя аппарата.

Частичная разборка и сборка приёмной части аппарата СТ-35

Под частичной разборкой приёмной части подразумевается разборка её на отдельные узлы и механизмы, когда последние не разбираются на отдельные детали. Сборка приёмной части заключается в установке на свои места снятых узлов и механизмов и проверке правильности их установки, не производя соответствующих регулировок.

Разборка приёмной части аппарата СТ-35. Частичная разборка приёмной части производится в последовательности, указанной ниже. Надо иметь в виду, что описанная здесь последовательность преследует основную цель — обеспечить максимальное удобство снятия частей.

1. Снять мотор с плато приёмной части. Поставить приёмную часть на заднее ребро плато и, удерживая её левой рукой, отвернуть осевой винт мотора. Поставить приёмную часть в горизонтальное положение и отсоединить проводники от щёток электроконтактного регулятора и от колодки мотора. После этого отвернуть три винта, крепящих мотор на плато приёмной части, и снять мотор (передний винт достаточно отвернуть на 3—4 оборота).

2. Снять стартстопно-корректионный механизм. Отвернуть винты, крепящие механизм на колонках (на задней колонке в аппарате 1945 г. достаточно отвернуть винт на 3—4 оборота), и, повернув механизм немного влево, снять с колонок.

3. Снять наборную муфту с главной оси. Отвернуть винт-шайбу верхнего фрикционного сцепления наборной муфты (винт-шайба имеет левую резьбу) и снять шайбу вместе с войлочной прокладкой и диском верхнего фрикционного сцепления. После этого поднять наборную муфту вверх, пока она не сойдёт с оси, и снять её.

4. Снять наборный механизм вместе с электромагнитом. Отсоединить проводники на клеммах задних щёк электромагнитных катушек, отвернуть три винта, крепящих плато этого механизма к станине главной оси (два винта) и основной станине (один винт), и снять наборный механизм вместе с электромагнитом.

5. Снять селекционные линейки (механизм) вместе со сбрасывающей скобой. Отвернуть два винта, крепящих плато селекционных линеек к основной станине, после чего, взявшись обеими руками за плато этого механизма и слегка нажимая на себя (на типовые тяги), поднять линейки вверх, пока все типовые тяги не выйдут из прорезей плато линеек.

6. Снять лентопротяжную каретку. Отцепив оттяжную пружину каретки от штифта (штифт укреплён на плато приёмника), отвернуть два винта, крепящих переднюю стойку каретки к плато приёмника, после чего выдвинуть всю каретку вперёд, пока ось каретки не выйдет из гнезда задней опорной стойки, а зубчатое колесо — из сцепления с зубчатым барабаном промежуточной оси лентопротяжного механизма. Прежде чем снять каретку, надо снять обе катушки красящей ленты и освободить её от бумажной ленты, если она заправлена.

7. Снять левую ось катушки красящей ленты. Эта ось снимается раньше правой оси, чтобы при снятии последующих механизмов можно было повернуть плато приёмной части на левое ребро, не помяв кожух левой катушки красящей ленты. Ось вместе с деталями снимается следующим образом. До снятия

оси надо освободить переводной рычаг с собачкой этой оси (иначе ось не снимается), для чего отвернуть винт-ось переводного рычага реверсионного механизма, закрепляющего этот рычаг на основной станине, и отвести его влево и вниз. После этого отвернуть два винта, крепящих основание этой оси к основной станине, и снять ось катушки вместе с реверсионным рычагом и переводным рычагом с собачкой.

8. Снять ручку. Поставить приёмную часть регистровой осью к себе, отвернуть два винта, крепящих ручку к станине главной оси, и снять ручку.

9. Снять регистровую ось. Поставить приёмную часть на левый бок, чтобы регистровая ось была вверху, отвернуть два винта передней и два винта задней опорных стоек этой оси и поднимать ось вверх вместе со стойками, пока она не выйдет из выемки в станине главной оси. При поднятии регистровой оси надо одновременно левой рукой снять с оси переднюю стойку (заднюю стойку снимать не следует).

10. Снять регистровые рычаги. Приёмную часть поставить на бок, согласно пункту 9, отвернуть два винта, крепящих стойку регистровых рычагов к плато приёмника, и снять рычаги, приподняв их вверх, пока они не потеряют связи с регистровыми тягами.

11. Снять главную ось вместе со станиной и печатающим рычагом. Положение приёмной части — согласно пункту 9. Отвернуть два винта, крепящих станину главной оси к плато приёмной части, и поставить приёмник в горизонтальное положение, главной осью к себе. После этого правой рукой осторожно потянуть станину прямо на себя, пока горизонтальное плечо печатающего рычага не выйдет из обоймы штока, и снять станину вместе с осью. Учесть, что пока плечо печатающего рычага не выйдет из обоймы штока, станину нельзя поворачивать вправо, иначе можно сломать плечо печатающего рычага.

12. Снять правую ось катушки красящей ленты вместе с её деталями. Эта ось снимается так же, как и левая (см. пункт 7). Учесть, что перед снятием этой оси надо сначала отцепить от скобки оттяжную пружину фиксирующей тяги.

13. Снять сегмент с типовыми рычагами и типовыми тягами. Поставить приёмную часть на левый бок и, удерживая сегмент левой рукой, отвернуть три винта, крепящих колонки сегмента к плато приёмника. Поставить приёмную часть в горизонтальное положение. Слегка наклонить типовые рычаги и тяги вперёд (на себя), поднимая обеими руками сегмент вверх и вперёд, снять его с плато приёмника.

14. Вынуть шток с печатающей скобой. Плато приёмника должно быть в горизонтальном положении печатающей скобой на себя. Одной рукой нажать на верхнюю часть лентопротяжного рычага красящей ленты на себя (на станину) до отказа, а другой рукой поднимать шток вверх, пока он не выйдет из обоймы.

15. Снять промежуточную ось лентопротяжного механизма. Повернуть плато на бок и отвернуть два винта, крепящих переднюю стойку этой оси к плато приёмника. Поставить плато в горизонтальное положение, нажать вниз стопорную собачку и снять ось вместе со стойкой (нужно подать ось вперёд, чтобы задний шип оси вышел из гнезда основной станины).

16. Снять лентопротяжный рычаг бумажной ленты со своей собачкой. Удерживая левой рукой лентопротяжный рычаг, отвернуть два винта (головки винтов находятся сзади станины), крепящих пластину рычага к основной станине, и снять рычаг вместе с ведущей храповой собачкой.

17. Снять ведущую ось катушки красящей ленты. Отвернув по два винта, крепящих левую и правую опорные пластины этой оси, надо передвинуть ось вправо (смотря на станину сзади), чтобы зубчатый храповик оси вышел правее пружины ведущей лентопротяжной собачки и затем, подав ось на себя, вынуть её вместе с опорными пластинами.

18. Снять основную станину с плато со всеми деталями на ней. Отвернуть четыре винта, закрепляющих основную станину на плато приёмной части, и снять её с плато.

Сборка приёмной части. Приёмную часть аппарата СТ-35, разобранную на отдельные узлы и механизмы, необходимо собирать в такой последовательности:

1. Установить основную станину на плато приёмной части. Поставить станину на плато так, чтобы лентопротяжный рычаг продвижения красящей ленты был сзади, а винтовые отверстия станины и плато совпали. После этого ввернуть от руки четыре винта, крепящих станину на плато, и, повернув плато на левый бок (поддерживая станину левой рукой), довернуть винты отвёрткой доотказа.

2. Установить ведущую ось катушек красящей ленты на основной станине. Плато приёмной части поставить горизонтально, задней частью к себе. Взять ось и её левую сторону (где размещён фиксаторный диск) пропустить под пружиной ведущей лентопротяжной собачки рычага продвижения красящей ленты. После этого передвинуть ось влево настолько, чтобы храповик, закреплённый на оси, расположился под ведущей лентопротяжной собачкой. Установив ось, установить обе опорные пластины (левую и правую) ведущей оси и укрепить их на основной станине двумя винтами каждую. Ось будет установлена правильно, если: ведущая лентопротяжная собачка находится над храповиком, но не касается его; фиксатор удерживает ось в правом или в левом положении; ось свободно поворачивается от руки при отведённой от храповика стопорной собачке; при качании рукой лентопротяжного рычага продвижения красящей ленты ось поворачивается от себя на несколько зубцов и не имеет произвольного перемещения.

3. Установить промежуточную ось механизма продвижения бумажной ленты. Плато приёмной части

поставить в горизонтальное положение передней частью к себе. Опустив вниз стопорную собачку, вставить задний шип оси в гнездо основной станины и отпустить стопорную собачку. После этого переднюю стойку оси установить на плато, вставить в гнездо стойки передний шип оси и закрепить стойку двумя винтами. Ось будет установлена правильно, если: она свободно вращается от руки при отведённой от храповика стопорной собачке; стопорная собачка лежит на храповике, и промежуточная ось может повернуться только при некотором усилии (не поворачивается произвольно).

4. Установить лентопротяжный рычаг механизма продвижения бумажной ленты. Плато поставить горизонтально, чтобы его передняя часть была слева. Левой рукой установить опорную пластину вместе с рычагом так, чтобы его ролик запал в выемку обоймы штока (нижнюю часть рычага с храповой собачкой надо нажать, чтобы собачка стала на храповик промежуточной оси), а винтовые отверстия в пластине совпали с отверстиями в основной станине. После этого, удерживая левой рукой пластину рычага, правой ввернуть винты крепления пластины к основной станине доотказа. Если рычаг установлен правильно, то его храповая собачка будет лежать на храповике промежуточной оси. При качании рычага от руки собачка должна поворачивать храповик вместе с промежуточной осью по часовой стрелке на несколько зубцов.

5. Вставить шток в обойму. Поставить плато горизонтально, передней частью к себе. Левой рукой нажать на себя доотказа верхнюю часть лентопротяжного рычага красящей ленты, а правой вставить шток в обойму и плавно опустить его вниз, пока он не упрётся в ролик лентопротяжного рычага механизма продвижения бумажной ленты. Затем нужно левой рукой нажать на лентопротяжный рычаг механизма продвижения бумажной ленты так, чтобы ролик этого рычага вышел из обоймы штока, а правой рукой опустить шток вниз доотказа. При этом необходимо повернуть шток, чтобы в вырез левой части печатающей скобы вошёл направляющий штифт. Шток будет вставлен правильно, если он свободно ходит в обойме и при перемещении вверх и вниз срабатывают оба лентопротяжных рычага (механизмов продвижения бумажной и красящей лент) и поворачивают свои оси на один зуб храповиков за каждое движение штока вверх и вниз.

6. Установить сегмент с типовыми рычагами и тягами. Поставить плато приёмника горизонтально, передней частью к себе, а шток поднять вверх настолько, чтобы печатающая скоба находилась на одном уровне с верхом её направляющего штифта. Взять сегмент обеими руками и, немного наклонив типовые тяги на себя, поставить колонки сегмента на свои места (задняя колонка сегмента должна стать сзади блокировочной скобы). При установке сегмента надо средним пальцем левой руки поднять блокировочную скобу вверх доотказа, чтобы после

установки сегмента оба пальца скобы встали сверху крючков звонковой и регистровых тяг. Установив сегмент на место, повернуть плато на левый бок, ввернуть доотказа три винта, крепящих колонки сегмента к плато. Сегмент установлен правильно, если: при подъёме от руки (поочерёдно) звонковой и регистровых тяг блокировочная скоба срабатывает (поднимается вверх); все типовые тяги касаются грани печатающей скобы.

7. Установить регистровые рычаги. Плато приёмника поставить на левый бок, установить стойку с регистровыми рычагами на своё место так, чтобы винтовые отверстия в плато и стойке совпали и горизонтальные плечи регистровых рычагов были сверху крючков регистровых тяг. После этого, удерживая левой рукой пластинку стойки, ввернуть доотказа два винта, крепящих стойку на плато приёмника. Стойка поставлена правильно, если при поднятии рукой вверх доотказа поочерёдно всех регистровых тяг срабатывают регистровые рычаги.

8. Установить правую ось катушки красящей ленты. Установить основание оси правой катушки на правый прилив основной станины и закрепить его сначала одним задним винтом, потом, надев на передний винт скобку для зацепления оттяжной пружины фиксирующей тяги, ввернуть его на место. Ось установлена правильно, если коническая шестерёнка оси катушки красящей ленты сцепляется с конической шестерёнкой ведущей оси (когда последняя перекинута вправо), и при качании лентопротяжного рычага продвижения красящей ленты ось катушки свободно поворачивается на один зуб храповика.

9. Установить переключающий рычаг с собачкой правого реверса. Чтобы установить переключающий рычаг, надо передвинуть ведущую ось механизма продвижения красящей ленты вправо, нижнее плечо рычага расположить между правой опорной пластиной и диском ведущей оси и закрепить рычаг одним винтом (винтом-осью) на основной станине. Переключающий рычаг установлен правильно, если при нажатии рукой на его горизонтальное плечо он переместит ведущую ось вправо и коническая шестерёнка оси сцепится с шестерёнкой, закреплённой на оси катушки красящей ленты.

10. Установить главную ось. Поставить плато горизонтально, регистровыми рычагами к себе. Правой рукой взять станину с главной осью и поставить её на плато так, чтобы горизонтальное плечо печатающего рычага было направлено в сторону штока. Затем левой рукой поднять шток вверх настолько, чтобы вырез в штоке находился напротив горизонтального плеча печатающего рычага, а правой рукой подвинуть станину с осью от себя настолько, чтобы плечо печатающего рычага вошло в вырез штока. Придерживая станину с осью левой рукой, прижать её к основной станине, повернуть плато на бок и ввернуть два винта, крепящих станину оси на плато приёмника. Винты ввернуть доотказа и поставить плато горизонтально.

Ось будет установлена правильно, если: шток с печатающей скобой находится вверху; требуется некоторое усилие, чтобы повернуть ось справа налево и при этом шток даже при небольшом повороте начинает опускаться; при нажатии на шток так, чтобы он опустился вниз доотказа, ось свободно поворачивается на несколько оборотов даже при небольшом усилии на большую текстолитовую шестерёнку.

11. Установить регистровую ось. Положить плато приёмной части на бок регистровыми рычагами вверх и аккуратно вставить регистровую ось вместе с задней станиной так, чтобы стойка была справа станины главной оси, а сама ось вошла в выемку станины и малая стальная шестерёнка регистровой оси была сцеплена с малой текстолитовой шестерёнкой главной оси. После этого ввернуть рукой один крепительный винт (не закреплять доотказа отвёрткой) и установить переднюю стойку так, чтобы шип регистровой оси вошёл в её подшипник. После этого ввернуть два винта передней и один винт задней стойки рукой и проверить положение оси по сцеплению шестерёнок регистровой и главной осей (должен быть небольшой люфт). Проверив сцепление, постепенно завёртывать четыре винта, крепящих стойки и плато. Ось будет установлена правильно, если при повороте главной оси за большую текстолитовую шестерёнку шток опущен вниз доотказа, обе оси (регистровая и главная) свободно вращаются несколько оборотов даже при незначительном усилии.

12. Поставить ручку на место, закрепив её на основной станине двумя винтами. Ручка своей нижней частью должна закрывать большую стальную шестерёнку регистровой оси.

13. Установить левую ось катушки красящей ленты. Эта ось устанавливается на левом приливе основной станины. Ось крепится двумя винтами так же, как и правая ось (см. пункт 8).

14. Установить переключающий рычаг с собачкой левого реверса. Этот рычаг устанавливается и крепится так же, как и правый (см. пункт 9), только при установке переводного рычага между опорной стойкой и диском надо движущую ось передвинуть влево.

15. Установить лентопротяжную каретку. Установить плато в горизонтальном положении, передней частью к себе. Повернуть регистровую ось так, чтобы наибольший радиус кривизны переводного кулачка этой оси был справа, отвести назад доотказа палец переводного рычага, укреплённого на передней стойке регистровой оси. После этого вставить ось каретки в заднюю стойку (наблюдая, чтобы зубья шестерни оси каретки вошли в зубчатый барабан промежуточной оси), подать каретку назад доотказа, установить переднюю стойку каретки на место и закрепить её двумя винтами. Установив каретку, зацепить её оттяжную пружину за штифт, укреплённый на плато. Каретка

установлена правильно, если ось каретки свободно перемещается вперёд рукой и отходит назад под действием пружины, когда переводной палец отведён доотказа назад.

16. Установить селекционные линейки. Плато приёмника поставить горизонтально, передней частью к себе. Опустить шток с печатающей скобой вниз доотказа. После этого заложить селекционные линейки сзади типовых тяг и поочерёдно завести тяги в прорези плато линеек, начиная с левой (звонковой) тяги. Когда все тяги будут заложены в прорези, надо слегка нажать на плато линеек, чтобы оно встало на своё место, и закрепить его двумя винтами на основной станине. Плато с линейками установлено правильно, если при движении штока вверх все тяги перемещаются в сторону линеек, а при движении штока вниз — отходят от линеек.

17. Установить наборный механизм вместе с электромагнитом. Плато поставить в горизонтальное положение, передней частью к себе. Шток опустить вниз доотказа. Селекционные линейки передвинуть вправо. Мечи наборного механизма перебросить к правому штифту. Взять плато наборного механизма правой рукой и установить его на своё место. При установке наборного механизма надо левой рукой направлять Т-образные рычаги, чтобы они вошли в вырезы селекционных линеек, и стоповый рычаг, чтобы он был надет на свои винты-оси. Когда плато установлено, его закрепляют тремя винтами (два ввёртывают в станину главной оси и один в основную станину). После закрепления плато наборного механизма надо надеть наборную муфту на главную ось и присоединить к электромагниту два проводника схемы.

18. Надеть наборную муфту на главную ось. Надевая муфту на ось, надо следить, чтобы стоповый крючок муфты находился напротив задней колонки стартстопно-коррекционного механизма, иначе муфта не наденется на ось, не зацепив наборных рычагов. Надев муфту, надо наложить на неё нижний диск верхнего фрикционного сцепления прорезью вниз так, чтобы выступы муфты вошли в прорезь диска, затем, наложив на диск войлочный кружок, завернуть верхний диск (он имеет левую резьбу) доотказа. Муфта установлена правильно, если диск блокировки якоря находится напротив своего блокировочного рычага, а нижний кулачок муфты находится напротив верхнего плеча стопового рычага пускоостановочного механизма.

19. Установить стартстопно-коррекционный механизм. Левой рукой наложить неподвижное плато этого механизма на колонки так, чтобы спусковой штифт встал напротив спускового винта якорного рычага, а правой ввернуть два винта, крепящих этот механизм к колонкам.

20. Установить мотор на плато приёмника. Поставить мотор на плато приёмника и ввернуть три винта, крепящих плато мотора на плато приёмника, затем ввернуть осевой

винт и довернуть все крепительные винты доотказа. После этого надо присоединить два проводника к клеммам щёток регулятора и два проводника к клеммам на колодке мотора.

Частичная разборка и сборка мотора аппарата СТ-35

Частичная разборка моторов типа СЛ-528-С и типа УМ-21-С отличается незначительными особенностями, поэтому ниже даётся описание разборки только мотора типа СЛ-528-С. Если потребуется разобрать мотор типа УМ-21-С, можно пользоваться описанием, данным ниже, за исключением пункта 5, так как мотор УМ-21-С крепится не в люльке, а прямо на плато.

Разборка мотора. Разборка мотора типа СЛ-528-С производится в такой последовательности:

1. Снять червяк с вала мотора. Удерживая вал мотора за регулятор левой рукой, отвернуть крепительный винт червяка и снять его с вала.

2. Снять щётки регулятора. Отвернуть на 1—2 оборота контргайки винтов-держателей щёток, вывернуть винты-держатели и вынуть их вместе с пружинами и щётками.

3. Снять электроконтактный регулятор с вала мотора. Удерживая регулятор левой рукой, отвернуть на 2—3 оборота три винта, крепящих регулятор на валу, и снять его с вала.

4. Снять щётки мотора. Вывернуть клеммы щёток и вынуть щётки из гнёзд вместе с их пружинами.

5. Вынуть мотор из люльки. Отвернуть четыре винта (два верхних и два нижних), крепящих мотор в люльке с помощью скобы. Затем снять скобу и вынуть мотор из люльки.

Сборка мотора. 1. Установить мотор в люльке. Уложить мотор в люльке так, чтобы его щётки были на одном расстоянии от лапок люльки. Наложить скобу на мотор и закрепить скобу и мотор четырьмя винтами.

2. Надеть электроконтактный регулятор на вал мотора. Левой рукой надеть регулятор на вал мотора и закрепить его тремя винтами.

3. Надеть червяк на вал мотора. Удерживая левой рукой вал мотора за регулятор, надеть червяк на вал так, чтобы отверстие червяка совпало с отверстием на валу. После этого ввернуть доотказа крепительный винт червяка.

4. Установить щётки мотора. Вставить обе щётки вместе с пружинами в свои гнёзда и завернуть клеммы щёток доотказа.

5. Установить щётки регулятора. Вставить щётки с пружинами в свои гнёзда, завернуть винты-держатели щёток примерно на $\frac{3}{4}$ их длины и закрепить винты контргайками.

§ 66. ОСНОВНЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ В АППАРАТЕ СТ-35, ИХ ПРИЧИНЫ И УСТРАНЕНИЕ

Повреждения	Причины	Как устранить повреждение
1. Мотор не вращается.	Нет контакта между щётками и коллектором.	Осмотреть щётки и установить их в нормальное положение.
	Сильный нагар на коллекторе мотора.	Прочистить коллектор стеклянной шкуркой.
	Обрыв в катушках обмотки возбуждения.	Проверить катушки; устранить повреждение можно только в мастерской.
	Нет контакта между щётками и кольцами регулятора.	Проверить щётки и установить их в нормальное положение.
	Нет контакта в штепсельной розетке или нет тока в сети питания мотора.	Проверить надёжность контакта в штепсельной розетке. Проверить, есть ли ток в сети питания мотора.
2. Мотор меняет скорость.	Меняется напряжение в сети питания мотора.	Измерить напряжение в сети и, если можно, установить постоянное напряжение или перейти на другой источник питания.
	Регулировочный винт регулятора произвольно меняет своё положение.	Отрегулировать винт и закрепить его.
	Нет плотного касания щёток с кольцами регулятора.	Установить плотный контакт щёток с кольцами регулятора.
	Пробит конденсатор искрогасителя.	Проверить конденсатор и заменить его исправным.
3. Передатчик не становится на „стоп".	Сильно зажат стопорный рычаг в винтах-осях.	Несколько отвернуть винты, дав рычагу небольшой люфт. Рычаг должен ходить свободно на винтах и все время прижиматься к ведомому храповику.
	Соскочила или оборвалась пружина стопорного рычага.	Надеть пружину или заменить её новой.
	Неправильно отрегулированы эксцентрические винты.	Отрегулировать винты так, чтобы между верхним эксцентрическим винтом и горизонтальным плечом рычага был небольшой зазор.
4. Приёмник не становится на „стоп".	Обрыв цепи (звонок всё время звонит).	Определить, где обрыв, и устранить его.
	Разрыв между стоповыми контактами передающей части.	Осмотреть стоповые пружины и подогнуть несколько наружную пружину, чтобы между ними был контакт.

Повреждения	Причины	Как устранить повреждение
	Обрыв в катушках электромагнита.	Устранить обрыв, а если обрыв внутри катушек, отправить их в мастерскую для перемотки.
	Нет зазора между спусковым штифтом и спусковым эксцентрическим винтом якоря.	Отрегулировать винт.
	Очень сильно натянута пружина якоря.	Отрегулировать пружину.
	Соскочила или лопнула пружина стоповой скобы.	Надеть пружину или заменить пружину новой.
5. Приёмник не сходит со „стопа".	Слабо натянута пружина якоря.	Натянуть пружину якоря.
	Велик зазор между спусковым штифтом и эксцентрическим винтом якоря.	Отрегулировать эксцентрический винт.
	Контактные пружины передатчика замкнуты накоротко.	Проверить и устранить короткое замыкание.
	Стоповые пружины не размыкаются.	Несколько отогнуть наружную пружину.
6. Некоторые клавиши нажимаются с трудом.	Туга возвращающая пружина.	Выгнуть немного пружину.
	Промежуточные рычаги заедают на своей оси или в прямоугольном вырезе линейки.	Прочистить место заедания и слегка смазать маслом.
	Регистровые клавиши туго нажимаются.	Ослабить фиксаторную пружину запорной линейки.
7. При касании клавиш бьёт током.	Цепь питания сообщается с корпусом аппарата.	Выяснить, где сообщение, и устранить его.
8. Муфта автоматического передатчика не спускается.	Неправильно отрегулирован спусковой рычаг.	Отрегулировать рычаг.
	Лопнула или ослабла пружина сцепления.	Заменить пружину новой.
	Неправильно установлена упорная пластинка спускового рычага (высоко поднята).	Установить пластинку правильно.
9. Писк (хрипение) между храповиками автоматического передатчика.	Мал зазор между зубьями храповиков.	Увеличить расстояние между храповикамм.
	Отпущен крепительный винт ведущего храповика.	Повернуть винт, закрепив храповик.
10. Произвольный срыв наборной муфты.	Велико трение в фрикционных сцеплениях на главной оси.	Снять фрикционы и смочить их суконки маслом.

Повреждения	Причины	Как устранить повреждение
	Слаба пружина запорного рычага стартстопно-корекционного механизма.	Растянуть пружину или заменить новой.
	Заедание в точках вращения промежуточного и запорного рычагов.	Установить место заедания и смазать маслом.
	Велико расстояние между якорем и сердечником электромагнита.	Отрегулировать размах якоря ограничительными гайками (в аппаратах прежних выпусков) или механизмом плавной регулировки (в аппаратах последних выпусков).
	Расшаталась стойка подвижного плато стартстопно-коррекционного механизма.	Закрепить стойку.
11. Наборная муфта не пускается в ход.	Слабое натяжение регулировочной пружины якоря.	Натянуть пружину.
	Ослабло фрикционное сцепление наборной муфты.	Или сильнее затянуть фрикционное сцепление, или сменить суконки.
	Велика упругость пружины запорного рычага.	Ослабить натяжение пружины.
	Якорь электромагнита заедает на своих осевых винтах.	Ослабить осевые винты, дав небольшой люфт якорю.
	Закорочены витки катушек электромагнита.	Проверить катушки и отправить их на перемотку в мастерскую.
12. Пропадают знаки.	Ослабла или соскочила пружина типовой тяги.	Заменить пружину, а если она соскочила, надеть её на тяту.
	Не западает тяга в паз на селекционных линейках.	Это происходит оттого, что тяга не стоит в своём вырезе гребёнки или заедает в месте сцепления зубчатой рейки с зубчатым сектором; проверить и установить нормально.
13. Печатаются лишние знаки.	Неправильно установлены селекционные линейки.	Установить плато с линейками правильно.
	Отошли винты крепления плато селекционных линеек.	Закрепить винты.
14. Типовый рычаг не возвращается в исходное положение.	Слаба пружина тяги.	Заменить пружину другой или немного укоротить её.
	Заедает типовый рычаг на оси вращения или в прорези сегмента.	Осмотреть место заедания и слегка смазать его маслом.

Повреждения	Причины	Как устранить повреждение
15. Нет перехода с регистра на регистр.	Ослабла или сломана пружина фрикционного сцепления регистровой муфты.	Растянуть пружину или заменить новой.
	Заедает лентопротяжная каретка на направляющем стержне.	Осмотреть место заедания и смазать его маслом.
	Соскочила или оборвалась оттяжная пружина лентопротяжной каретки.	Надеть пружину или заменить новой.
	Заедает переводной рычаг на своей оси.	Осмотреть место заедания и смазать его маслом.
	Слаба или оборвана пружина регистровой тяги.	Укоротить пружину или заменить новой.
16. Бледная печать.	Износилась красящая лента.	Заменить ленту новой.
	Слабо натяжение красящей ленты.	Натянуть ленту.
	Заедает типовый рычаг или на своей оси или в прорези сегмента.	Осмотреть место заедания и слегка смазать его маслом.
	Высоко поднят направитель красящей ленты.	Опустить направитель красящей ленты.
	Красящая лента не двигается.	Выяснить причину и устранить.
17. Бумажная лента не протягивается.	Соскочила или оборвалась пружина блокировочной скобы.	Надеть пружину или заменить новой.
	Неправильно заложена лента.	Заложить ленту правильно, так, чтобы она шла с небольшим трением.
	Соскочила или оборвалась пружина лентопротяжного рычага.	Надеть пружину или заменить новой.
	Отошла лентопротяжная собачка от ведомого храповика.	Выяснить причину и устранить её.
18. Не идет красящая лента.	Заедает ось катушки.	Осмотреть место заедания и устранить его.
	Неправильно установлена движущая собачка.	Проверить установку собачки, установить ее правильно.
	Заедает в подшипниках движущая ось.	Осмотреть место заедания и устранить его.
19. Не звонит перебойный звонок.	Неправильно установлен эксцентрический винт молоточка.	Установить винт правильно.
	Оборвана или соскочила пружина молоточка звонка.	Надеть пружину или заменить ее новой.
	Неправильно установлена звонковая чашка или стойка молоточка.	Проверить установку чашки и стойки и установить правильно.

§ 67. УХОД ЗА АППАРАТОМ, ЕГО ХРАНЕНИЕ И СБЕРЕЖЕНИЕ

Уход за аппаратом заключается в своевременной чистке и смазке аппарата, а также в периодическом осмотре состояния его частей.

Чистка аппарата производится ежедневно в часы, отведённые соответствующим распорядком на ВТС. На учебных станциях чистку надо производить каждый раз после окончания работы на аппарате. Чистка может производиться как без съёмки частей, так и со съёмкой их.

Для чистки аппарата разрешается применять только сухие, чистые, мягкие тряпки и мягкие волосяные щётки.

Для чистки контактных колец регулятора и коллектора мотора применяют стеклянную шкурку. Для чистки контактов применяют специальную насечённую пластинку или наждачную бумагу № 00 или № 000.

При ежедневной чистке надо протирать сухой чистой тряпкой плато приёмника и удалять бумажную пыль.

Начисто протирать лентонаправляющие желобки и всю лентопротяжную каретку.

Обтирать сухой тряпкой плато передающей части и весь цоколь, сняв плато приёмника с цоколя аппарата. Щёткой тщательно протереть типы на типовых рычагах. Осмотреть и прочистить коллектор и контактные кольца регулятора.

Устранить все масляные подтёки на смазываемых частях и особо тщательно у контактных пружин цоколя аппарата.

Один раз в месяц надо тщательно промыть в бензине типовые рычаги и прочистить движущие оси вместе с деталями на них.

Одновременно с чисткой осей надо проверить состояние сукна фрикционного сцепления наборной муфты и фрикционок регистровой оси.

Смазка аппарата. Прежде чем смазать аппарат, надо его тщательно прочистить. Смазывают аппарат примерно один раз в месяц (одновременно с чисткой осей). Рекомендуется применять масло веретённое № 2, вазелиновое или костяное.

При смазывании фрикционных соединений сукно надо снять и пропитать маслом отдельно.

После смазки аппарат надо тщательно очистить от масляных капель и подтёков.

Смазке подлежат следующие детали:

Клавиатура (клавиатурный комбинатор): ось рычагов клавиш (по капле масла в нескольких местах оси); винты оси спусковой линейки, ось спускового рычага; клавиши в местах их взаимодействия с комбинаторными линейками; обе нижние опорные планки комбинаторных линеек; оба штифта, на которых вращается клавиша пробела.

Автоматический передатчик (конверсатор): подшипники оси (наполнить обе маслёнки); пружина храпового сцепления (две капли масла через спирали пружины); ось вращения

стопового рычага; ось вращения трёхплечего промежуточного рычага; винты оси запорной скобы; ролик запорной скобы; ось вращения промежуточных рычагов; ось вращения контактных рычагов.

Стартстопно-коррекционный механизм: спусковой штифт; ось промежуточного рычага; ось запорного рычага; ось стоповой скобы.

Наборный механизм: ось запорного и наборных рычагов; мечи в сочленениях с наборными рычагами (масло вводится с задней стороны в зазор между промежуточными пластинами); ось вращения Т-образных рычагов; опорные винты-оси якоря.

Селекционные линейки: направляющие селекционных линеек.

Главная ось: оба винта-оси стартстопного рычага; внутренняя маслёнка главной оси (отвернуть оба крепящих винта плато стартстопно-коррекционного механизма и снять последний, освободив этим самым верхний конец главного вала; конец маслёнки вставить в отверстие, находящееся в середине шлица верхней шайбы и наполнить маслом внутреннюю маслёнку главного вала, после чего удалить с шайбы излишек масла); фильцевые шайбы (отвернуть верхнюю шайбу — левая резьба — главной оси, снять вместе с муфтой обе фильцевые прокладки и пропитать их маслом); кулачки распределительной муфты; печатающий рычаг (наполнить маслом маслёнку с правой стороны аппарата, расположенную за регистровой муфтой).

Печатающий механизм: печатающая скоба со штоком (наполнить маслом маслёнку и, отодвинув мотор, смазать вырезы обоймы штока; на верхнюю сторону горизонтального плеча печатающего рычага в рабочем месте дать каплю масла), направитель печатающей скобы (заполнить маслом внутреннюю маслёнку), тяги (по капле масла на верхний конец каждой тяги), сцепление типовых рычагов и тяг (прижать каждый типовый рычаг к лентопротяжному ролику, дать по одной капле масла в шлицы над сцеплением рычага с тягой).

Механизм продвижения бумажной ленты: ось лентопротяжно-печатающего валика в опорах; направляющий стержень движения валика, промежуточная ось — обе опоры и шестерня (чтобы смазать заднюю опору, нужно мотор отодвинуть назад и смазывать через отверстие в левой стороне основной станины); стопорная собачка — ось вращения и ролик (смазывать через отверстие в правой стороне основной станины); ось лентонажимного ролика (смазывать через смазочное отверстие в ролике); лентопротяжный рычаг и собачка (смазку производить с задней стороны аппарата при отодвинутом моторе); блокирующая скоба — в обеих опорах; блокирующая собачка — ось вращения; ось бойка сигнального звонка.

Механизм продвижения красящей ленты с реверсионным механизмом: движущая ось (смазывать через смазочные отверстия в подшипниках); ось движущего рычага (смазывать через смазочное отверстие во втулке рычага); оси ка-

тушек красящей ленты (смазывать обе опоры у каждой); винты-оси реверсионных собачек и связанных с ними рычагов; оси реверсионных рычагов (смазать обе опоры у каждой).

Регистровый механизм: регистровая ось (наполнить обе маслёнки); фильцевые прокладки регистровой муфты; ось ролика переводного рычага; ось переводного рычага.

Контрольный звонок (в аппаратах прежних выпусков): ось рычага контроля ленты; винты (смазать ось бойка контрольного звонка).

После окончания смазки следует удалить масло с якоря, сердечников электромагнита, с головок типовых рычагов и плато.

При смазке аппарата следует наблюдать, чтобы масло не попало на контактную систему автоматического передатчика.

Рекомендуется применять вазелин для смазки всех шестерён главной, второй и третьей движущих осей, печатающего кулачка и кулачков распределительной муфты автоматического передатчика.

Периодически следует также осматривать шарикоподшипники мотора и набивать их по мере надобности тавотом.

Хранение и сбережение аппарата. Аппарат надо хранить в сухом помещении с постоянной температурой около +8° С. В полевой практике надо предохранять аппарат от грязи, дождя, песка и т. д.

Аппараты должны быть уложены в ящики и все части смазаны вазелином.

При установке на продолжительное время в помещении аппарат надо поставить на стол, отделив его от дна ящика.

В случае установки аппарата на ВТС, оборудованной в блиндаже, окопе и т. д., отделять аппарат от дна ящика не рекомендуется — надо прямо установить его вместе с дном ящика.

При перевозке аппарат надо уложить в ящик и плотно закрыть его.

Во время работы чехол снимать не следует.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить тактико-технические данные аппарата.
2. Каковы достоинства и недостатки аппарата?
3. Из каких основных частей состоит аппарат СТ-35?
4. Что входит в состав движущего механизма аппарата?
5. Что и как надо сделать, чтобы мотор аппарата питался постоянным током?
6. Что и как надо сделать, чтобы мотор аппарата питался переменным током?
7. Как устроен электроконтактный регулятор?
8. Объясните действие регулятора.
9. Как надо регулировать скорость мотора?
10. Как устроена главная ось? Какие детали она имеет?
11. Посредством чего главная ось вращает наборную муфту и пускоостановочное приспособление?

12. Расскажите об устройстве второй движущей оси. Какой механизм она вращает?
13. Расскажите об устройстве третьей движущей оси. Какой механизм она вращает?
14. Из каких частей состоит клавиатура?
15. Как устроены клавишные рычаги?
16. Что надо сделать, чтобы передавать буквы, цифры?
17. Как устроены комбинаторные линейки, каково их назначение?
18. Как связаны комбинаторные линейки с промежуточными рычагами?
19. Как устроена спусковая линейка со спусковым рычагом?
20. Как устроена запорная линейка?
21. Объясните действие всех частей клавиатуры при нажатии на клавишу.
22. Из каких частей состоит автоматический передатчик?
23. Какое назначение имеет автоматический передатчик в аппарате?
24. Как устроен стартстопный механизм передатчика?
25. Объясните работу стартстопного механизма.
26. Как устроена контактная система передатчика?
27. Объясните работу контактной системы за один оборот распределительной муфты?
28. Как устроен запорный механизм передатчика?
29. Объясните работу запорного механизма.
30. Какая пара контактных пружин замкнута, когда передатчик стоит на „стопе"?
31. Какая посылка идёт в начале оборота муфты и зачем она нужна?
32. Из каких составных частей состоит приёмная часть аппарата?
33. Как устроен приёмный электромагнит?
34. Как устроен стартстопно-коррекционный механизм?
35. Как устроен фазоустановитель? Как регулируется фаза?
36. Как устроена наборная муфта? Объясните назначение ее кулачков.
37. Как устроены наборные рычаги и мечи?
38. Объясните действие электромагнита, наборной муфты, наборных рычагов и мечей во время приёма комбинации.
39. Как устроен селекционный механизм и как он работает?
40. Как устроено пускоостановочное приспособление?
41. Как устроен печатающий рычаг с пружиной? Объясните, как он взаимодействует с печатающим кулачком и штоком.
42. Объясните устройство сегмента с типовыми рычагами и тягами.
43. Объясните работу печатающего механизма при отпечатывании знака.
44. Как устроен механизм продвижения бумажной ленты?
45. Как устроен механизм продвижения красящей ленты с реверсионным механизмом?
46. Как устроен регистровый механизм?
47. Объясните работу регистрового механизма при переходе с одного регистра на другой.
48. Как устроен и как действует перебойно-вызывной звонок?
49. Объясните, как регулируется аппарат для работы.
50. Перечислите правила ухода за аппаратом и сбережения его.

ГЛАВА IX

ОДНОВРЕМЕННОЕ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ И ТЕЛЕФОНИРОВАНИЕ

§ 63. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОДНОВРЕМЕННОМ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИИ И ТЕЛЕФОНИРОВАНИИ

Необходимость уплотнения линий связи

Вслед за изобретением телеграфных и телефонных аппаратов возникла мысль о применении их не только для связи в пределах одного города (населённого пункта), но и для связи между городами (междугородная связь). Несколько позднее возникла потребность в связи и между отдельными странами — международная телеграфная и телефонная связь.

Но для осуществления дальних проводных связей необходима постройка линий, которая, как показывают подсчёты, стоит значительно дороже станционных устройств связи. Это обстоятельство поставило перед техникой связи важнейшую задачу — найти такие методы телеграфирования и телефонирования, которые допускали бы установление нескольких связей на одной линии одновременно, что дало бы значительную экономию в материалах и рабочей силе. Решение этой задачи имеет весьма важное значение, так как отпадает надобность строить линию для каждой отдельной телеграфной и телефонной связи.

При современном состоянии техники связи по одной двухпроводной воздушной цепи с проводами из цветных металлов (медь) можно передавать спектр частот от 0 до 150 000 периодов в секунду (*гц*), что обеспечивает десятки одновременных телеграфных и телефонных связей, не мешающих друг другу. Таким образом, цепи можно, как теперь принято говорить, уплотнять, понимая под этим осуществление нескольких связей одновременно. Действительно, если мы такую цепь будем использовать только для одной телефонной связи, то по ней будет передаваться только небольшая полоса переменных токов (примерно от 250 до 3 000 *гц*). При использовании такой цепи только для одной телеграфной связи по ней будет передаваться ещё меньшая полоса переменных токов (примерно от 0 до 100 *гц*). Короче говоря, мы далеко не используем возможности цепи, если будем осуществлять одну телефонную (телеграфную) связь. Уплотнение линий имеет важное значение и для военной связи: сокращение расхода на материалы и высвобождение состава связистов-строителей линий связи, экономия времени при наводке линий и увеличение действующих связей.

Простейшие способы уплотнения линий

Одним из способов уплотнения линий связи в известной мере является дуплексное телеграфирование, при котором осуществляются одновременно две телеграфные передачи одновременно по одному проводу. Сущность этого способа подробно рассмо-

трена в главе X. Попутно отметим, что в современной телеграфии дуплекс имеет широкое применение не только потому, что он уплотняет линию, но и по целому ряду других его достоинств.

Уплотнение двухпроводной цепи с установлением по ней одновременно телеграфной и телефонной связей впервые было осуществлено Пикаром ещё в восьмидесятых годах прошлого столетия. Схема Пикара широко применяется и сейчас как один из простейших способов уплотнения цепей. Ниже, в § 71 этой главы, схема Пикара рассмотрена более подробно и дан ряд практических указаний по её составлению. Другой способ уплотнения линий, предложенный в девяностых годах прошлого столетия, известен теперь под названием фантомных цепей. Этот способ заключается в том, что по двум двухпроводным линиям (цепям) осуществляется три телефонные передачи одновременно. В конце этой главы кратко рассмотрен принцип образования фантомной цепи.

Третий способ уплотнения цепей осуществляется с помощью электрических фильтров. Применяя электрические фильтры, можно, например, на одной двухпроводной цепи установить две телеграфные и одну телефонную связь (рис. 210). Соответственно по одному проводу с фильтрами можно установить также две связи, из них одну телеграфную, а другую телефонную. Как видим, при применении электрических фильтров цепь уплотняется с несколько большим эффектом, нежели при указанных выше способах.

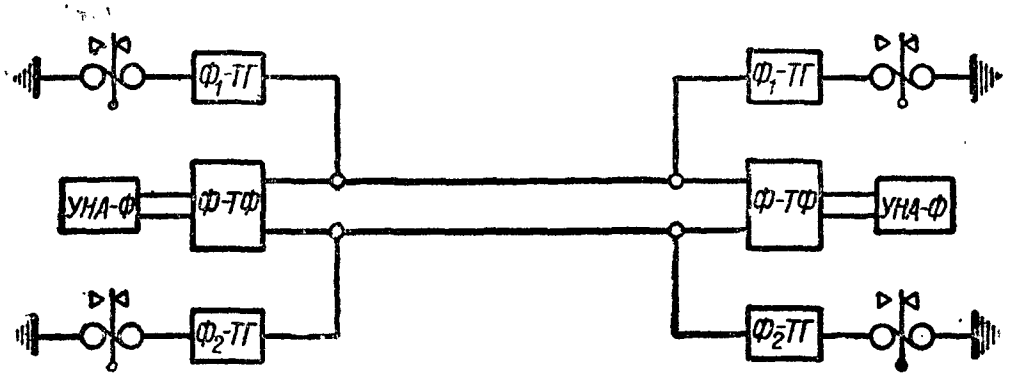


Рис. 210. Схема уплотнения цепи с помощью электрических фильтров

Однако ни один из указанных выше способов не даёт более или менее удовлетворительного решения задачи уплотнения линий связи. Задача уплотнения оказалась решённой только в последнее время, когда в проводной технике связи стали применять особый метод телеграфной (телефонной) передачи, известный под названием «передача токами несущей частоты», с разделением одной передачи от другой с помощью электрических фильтров.

Прежде чем разобрать сущность метода передачи «токами несущей частоты» (см. описание в конце этой главы), необходимо кратко рассмотреть сущность действия электрических фильтров.

Понятие об электрических фильтрах

Чтобы по одной цепи осуществить несколько телеграфных и телефонных передач одновременно, к ней присоединяют наряду с аппаратурой уплотнения несколько телеграфных и телефонных аппаратов. Но чтобы между этими аппаратами не было взаимных помех, они включаются в линию не непосредственно, а через электрические фильтры.

В чём же заключается действие электрических фильтров? Пусть по одной цепи передаётся одновременно несколько токов различной частоты, тогда, очевидно, в линии все эти токи проходят одновременно. На приёмной станции эти токи надо разделить так, чтобы ток одной частоты действовал на один приёмник, ток другой частоты соответственно действовал на другой приёмник и т. д. Это разделение токов разной частоты и осуществляют электрические фильтры при многократном одновременном телеграфировании и телефонировании (по методу передачи «токами несущей частоты»).

Разберём, как фильтры разделяют токи разной частоты. Допустим, что один электрический фильтр пропускает токи одних частот (например, от 0 до 100 *гц*), все же другие токи с частотой выше 100 *гц* этот фильтр не пропускает. Наоборот, другой фильтр пропускает токи других частот (например, от 250 до 2 500 *гц*), токи же с частотой ниже 250 *гц* и выше 2 500 *гц* этот фильтр не пропускает. Соответственно третий фильтр будет пропускать токи каких-либо частот, отличных от перечисленных выше.

Если такие фильтры включить в линию, то пришедшие токи будут разделены, и каждый фильтр направит в свой приёмник только те токи, которые свободно проходят через него, все же другие токи фильтр не пропустит к своему приёмнику. Итак, электрический фильтр пропускает токи определённых частот и не пропускает токи других любых частот, благодаря чему и происходит разделение переменных токов разной частоты. В современной проводной технике связи применяют самые разнообразные электрические фильтры.

Ниже кратко рассмотрен принцип устройства следующих простых фильтров типа К:

— фильтры нижних частот;

— фильтры верхних частот;

— полосовые фильтры.

Фильтры нижних частот — это такие фильтры, которые пропускают токи с частотой от 0 (постоянный ток) до некоторой конечной частоты $f_н$ (например, до $f_н = 100$ *гц*), а все остальные токи, частота которых выше частоты $f_н$, они не пропускают. Так как фильтры нижних частот должны пропускать токи нижних частот (от 0 до $f_н$), то в последовательном плече этих фильтров (рис. 211) включают катушку индуктивности L, а в параллельном

плече — конденсатор C (ёмкость). На рис. 211 показаны три вида полузвеньев фильтра нижних частот: Г-образное, П-образное и Т-образное.

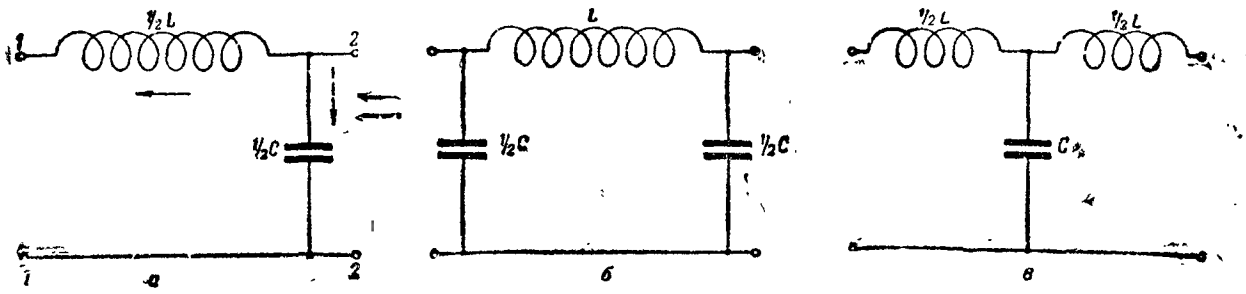


Рис. 211. Схема фильтров нижних частот:
а — Г-образного; *б* — П-образного; *в* — Т-образного

Фильтры верхних частот — это такие фильтры, которые пропускают все токи, частоты которых лежат выше некоторой частоты $f_н$ (например, $f_н = 250$ *гц*), а все токи, частоты которых лежат ниже частоты $f_н$, эти фильтры не пропускают. Так как фильтры верхних частот должны пропускать токи верхних частот $f_в$ (от $f_н$ до f_∞), то в последовательном плече этих фильтров (рис. 212) включают конденсатор C (ёмкость), а в параллельном плече включают катушку индуктивности L. На рис. 212 показаны три вида полузвеньев фильтра верхних частот: Г-образное, Т-образное и П-образное.

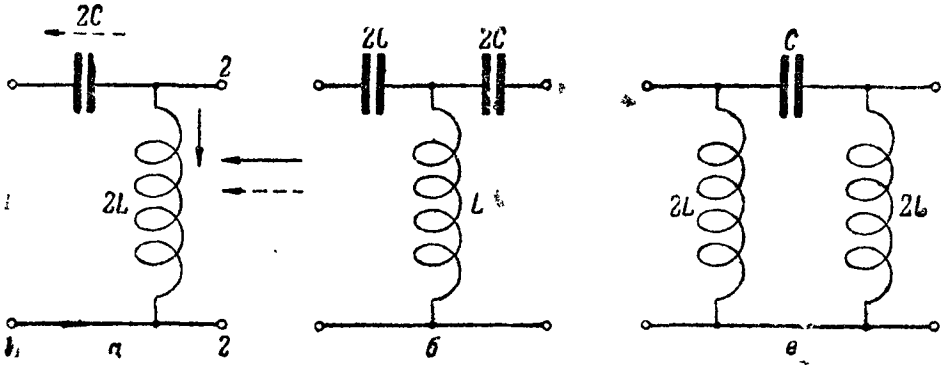


Рис. 212. Схема фильтров верхних частот:
а — Г-образного; *б* — Т-образного; *в* — П-образного

Фильтры полосовые — это такие фильтры, которые пропускают токи в пределах определённой полосы (полоса пропускания), ограниченной частотами $f_н$ (нижняя граница полосы пропускания) и $f_в$ (верхняя граница полосы пропускания). Все токи, частоты которых лежат ниже частоты $f_н$ и выше частоты $f_в$, полосовые фильтры не пропускают, токи же в полосе пропускания $f_н - f_в$ свободно проходят через полосовые фильтры.

Так как полосовой фильтр не должен пропускать токи нижних частот (от 0 до $f_н$) и токи верхних частот (от $f_в$ до f_∞), следо-

вательно, он должен обладать свойствами как фильтра нижних, так и свойствами фильтра верхних частот. Это условие можно выдержать только при включении в последовательном плече этого фильтра катушки и конденсатора, соединённых между собой последовательно. Соответственно, в параллельном плече полосового фильтра включены катушка индуктивности L и конденсатор C, соединённые между собой параллельно. На рис. 213 показано Г-образное звено полосового фильтра.

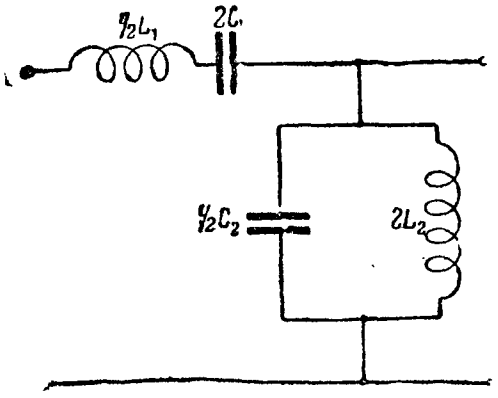


Рис. 213. Схема Г-образного полосового фильтра

Разберём теперь кратко вопрос, почему токи одних частот проходят через фильтр, а других не проходят? Пусть к зажимам *2—2* фильтра нижних частот (рис. 211, *а*) пришло два тока: один — низкой частоты $f_н$, а другой — высокой частоты $f_в$. Так как сопротивление катушки ($\frac{1}{2}$ L) для тока частоты $f_н$ представляет малое сопротивление, то этот ток свободно пройдёт к зажимам *1—1*. Наоборот, для тока частоты $f_в$ сопротивление катушки ($\frac{1}{2}$ L) будет большим, а сопротивление конденсатора малым, следовательно, ток $f_в$ пройдёт не через катушку, а через конденсатор, не достигая зажимов *1—1*. На рис. 211, *а* путь тока частоты $f_н$ показан сплошной стрелкой, а путь тока частоты $f_в$ — пунктиром. Точно так же пройдут токи и через фильтр верхних частот (рис. 212, *а*): ток частоты $f_н$ пройдёт через катушку, не достигая зажимов *1—1*, а ток частоты $f_в$ пройдёт через конденсатор и далее к зажимам *1—1*.

Схема одновременного телеграфирования и телефонирования с аппаратом Морзе и телефонным аппаратом УНА-Ф

Используя свойства катушки и конденсатора, изложенные выше, составим одну из простейших схем одновременного телефонирования и телеграфирования по однопроводной линии (рис. 214). В схеме рис. 214а нет специальной катушки индуктивности, а использованы катушки электромагнита аппарата Морзе, действие которого равносильно действию катушки электрического фильтра. Вместо специального конденсатора использован конденсатор телефонного аппарата фонического вызова (УНА-Ф), действие которого равносильно действию конденсатора электрического фильтра.

Разберём, как в схеме рис. 214а будут проходить телеграфный и телефонный токи.

Телеграфный ток (при нажатии ключа на станции *А*) проходит по цепи: $+ Б_1$, передний контакт и стойка ключа станции *А*, точка *1*, линия, точка *2*, стойка и задний контакт ключа станции *Б*, обмотка электромагнита $Э_2$, земля. Землёй ток возвратится к минусу батареи $Б_1$ станции *А*.

В точках *1* и *2* телеграфный ток не ответвляется потому, что конденсаторы C_1 и C_2 представляют для него большое сопротивление.

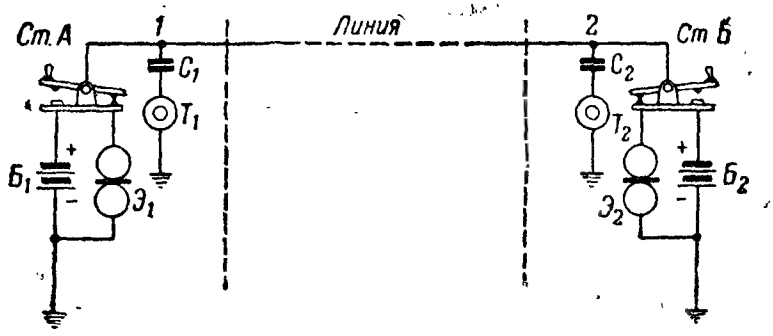


Рис. 214а. Простейшая схема одновременного телеграфирования и телефонирования.

Телефонный ток проходит по следующей цепи: верхний зажим аппарата T_1, конденсатор C_1, точка *1*, линия, точка *2*, конденсатор C_2, телефонный аппарат T_2, земля. Землёй телефонный ток возвратится к нижнему зажиму телефонного аппарата T_1.

Телефонный ток в точках *1* и *2* не ответвляется в электромагниты $Э_1$ и $Э_2$ (цепь: точка *1*, ключ, обмотка электромагнита $Э_1$, земля, телефон T_1, точно такая же цепь на станции *Б*) потому, что для него сопротивление обмоток электромагнита будет во много раз больше сопротивления линии и конденсатора C_2.

Из токопрохождения видно, что телеграфный ток не проходит через телефонный аппарат, а телефонный ток не проходит через электромагнит аппарата Морзе. Иначе говоря, одновременная работа по телеграфу и телефону по схеме рис. 214а возможна.

Практические схемы соединения аппарата Морзе и телефонного аппарата типа УНА-Ф (в соответствии со схемой рис. 214а) показаны на рис. 214б как для оконечных, так и промежуточной станции.

Возможность непосредственного включения (без фильтра) телефонного аппарата с фоническим вызовом (УНА-Ф) в телеграфный провод по схеме рис. 214 объясняется тем, что он имеет конденсатор ёмкостью в 1 *мкф* специально для включения аппарата в телеграфную линию. Телефонный аппарат с индукторным вызовом (УНА-И и др.) непосредственно в телеграфную линию включать нельзя, так как индукторные аппараты не имеют конденсатора. Если же включить индукторный аппарат в телеграфную линию, поставив перед аппаратом отдельный конденсатор, то пользоваться индуктором для посылки вызова нельзя, так как пере-

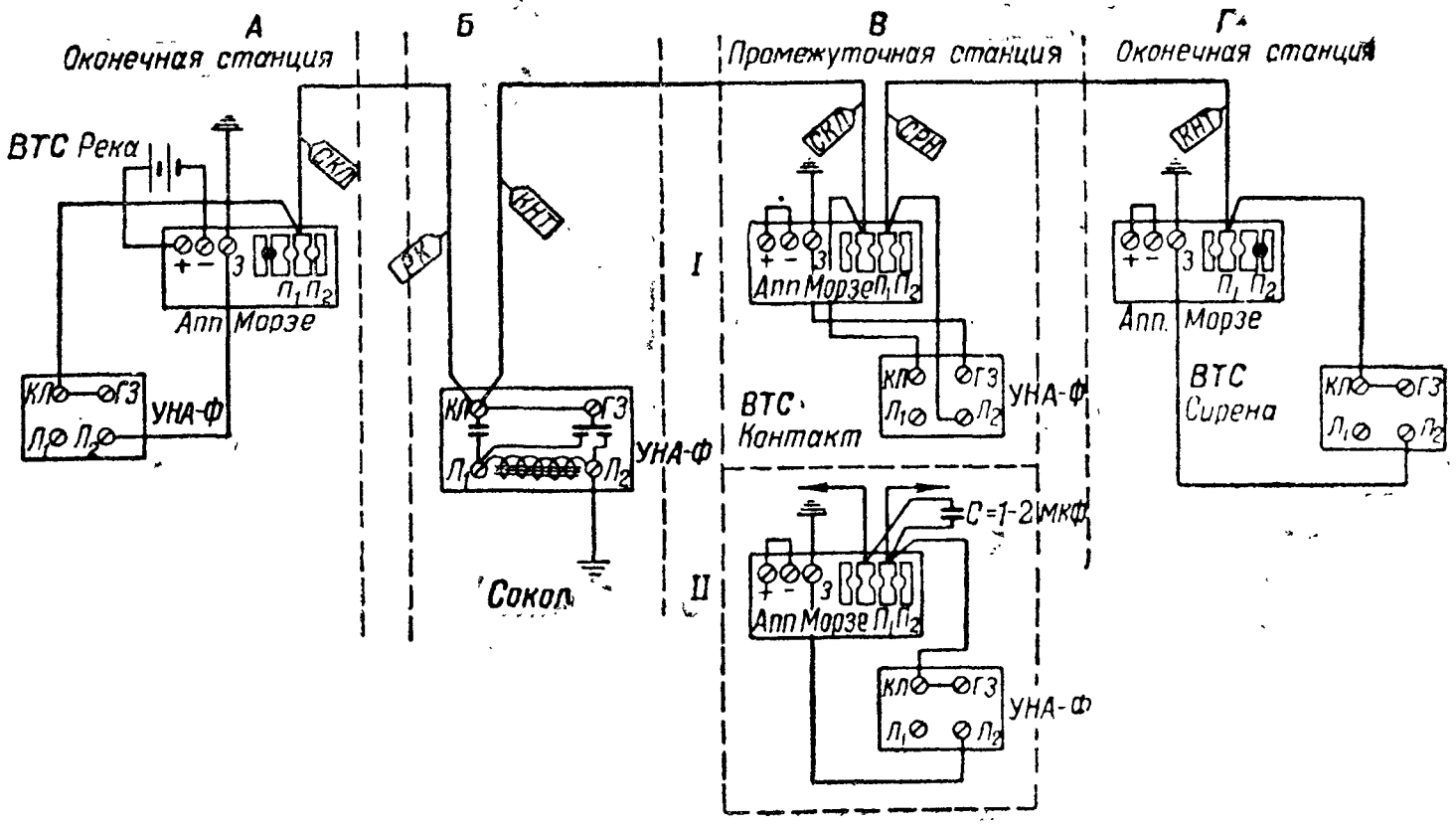


Рис. 214б. Практические схемы одновременного телеграфирования и телефонирования с аппаратами Морзе и телефонными аппаратами УНА-Ф.

менный ток индуктора имеет частоту порядка 15—20 *гц*, следовательно, он будет проходить через электромагнит аппарата Морзе и этим нарушит его работу.

Опыт работы по схеме рис. 214а показывает, что телефонная связь по ней проходит с очень большими помехами со стороны телеграфной передачи. Эти помехи проявляются в виде «щелчков» в телефоне и притом настолько сильных, что по телефону довольно трудно вести оперативные телефонные переговоры. Этот крупный недостаток схемы (объясняемый перезарядом конденсатора) и является главной причиной ограниченного её применения на практических связях.

Но по схемам рис. 214 можно организовать связь между контрольными постами, когда для служебной связи имеется однопроводная линия. В этом случае связь по схеме рис. 214б может оказать большую помощь при обслуживании линий связи эксплоатационными частями.

§ 69. ФИЛЬТР ТИПА ОФ-1

Учитывая недостаток простейшей схемы уплотнения однопроводных линий, показанной на рис. 214а, в войсках связи применяется облегчённый электрический фильтр типа ОФ-1. Фильтр ОФ-1 рассчитан для одновременного телеграфирования и телефонирования по однопроводным линиям при применении любого телеграфного аппарата (Морзе, СТ-35, Бодо).

Фильтр смонтирован в ящике размером 310 × 163 × 153 *мм*. Вес фильтра 6 *кг*. Общий вид фильтра с открытой крышкой показан на рис. 215а.

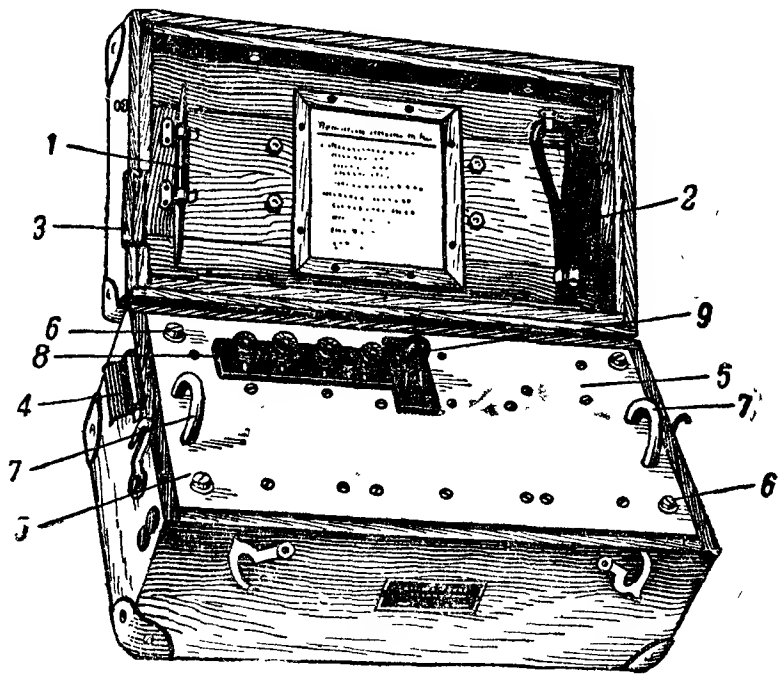


Рис. 215а. Фильтр типа ОФ-1 (общий вид):
1 — специальный ключ; *2* — отвёртка; *3* — вырез; *4* — заслонки; *5* — плато; *6* — винты; *7* — скобы; *8* — панелька; *9* — ручка ключа

Устройство фильтра ОФ-1 (рис. 215а). Все детали фильтра смонтированы на выемном металлическом плато *5*, закрепляемом в ящике четырьмя невыпадающими винтами *6*. Для удобства вынимания плато из ящика по бокам его укреплены две проволочные скобы *7*.

Сверху плато расположена панелька *8* из изоляционного материала с зажимами для включения фильтра и ручка *9* ключа фильтра, посредством которого фильтр включается или полностью (звено) или на ползвена.

Зажимы на пластинке обозначены (считая слева направо): *ТФ* — для включения телефонного аппарата; *Л* — для включения линии; *З* — для включения заземления; *ТГ* — для включения телеграфного аппарата. С помощью ключа соответственно включается или полное звено телеграфного фильтра или половина звена. Чтобы осуществить такое переключение, надо рукоятку *9* ключа установить или на отметку «звено» или на отметку «½ звена».

Снизу выемного плато (рис. 215,б) детали фильтра расположены так: фарфоровый цоколь *10* грозового разрядника *11* типа РА; набор пружин *12* ключа для переключения схемы на полное звено или на ползвена; сопротивление *13* на 5 000 *ом*; дроссельные катушки L_1, L_2, L_3 и L_4; конденсаторы C_1—C_5. Катушки и конденсаторы крепятся к плато с помощью металлических скоб *14*.

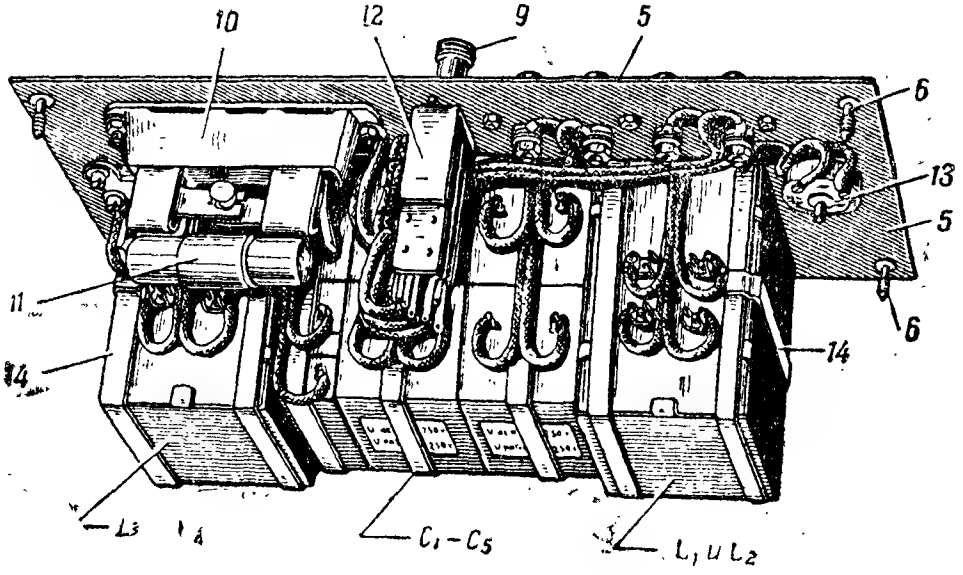


Рис. 215б. Плато фильтра ОФ-1 с деталями:
5 — плато; *6* — винты; *9* — ручка ключа; *10* — цоколь грозового разрядника; *11* — грозовой разрядник; *12* — набор пружин ключа; *13* — сопротивление; *14* — скобы; L_1 и L_2, L_3 и L_4 — дроссельные катушки; C_1 — C_5 — конденсаторы

Катушки индуктивности (дроссели) L_1 — L_4 имеют тороидальные сердечники из пермаллоя. На каркас катушек намотана обмотка из проволоки марки ПЭШО. Конденсаторы обычные, теле-

фонные. Катушка сопротивления в 5 000 *ом* намотана из константановой проволоки $d = 0{,}05$ *мм* марки ЛЭШОК. Данные обмоток катушек приведены в таблице 7, а данные конденсаторов указаны на принципиальной схеме фильтра, показанной на рис. 215.

Таблица 7

Данные обмоток дросселей и катушки сопротивления фильтра ОФ-1

№ по пор.	Обозначения на схеме	Наименование	Индуктивность в *гн*	Сопротивление в *ом*	Число витков	Диаметр проволоки в *мм*	Марка провода
1	L_1	Дроссель Ш-14	3,8	130	3 000	0,2	ПЭШО
2	L_2	То же	4,5	146	3 300	0,2	»
3	L_3	» »	0,186	615	710	0,47	»
4	L_4	» »	0,372	16	1 000	0,35	»
5	R	Катушка сопротивления	—	5 000	—	0,05	ЛЭШОК

Монтаж фильтра выполнен изолированным мягким монтажным проводом, концы которого припаяны к выводным лепесткам катушек индуктивности, конденсаторов и к остальным деталям поджаты под винты.

Ящик фильтра ОФ-1 имеет крышку (рис. 215а), открывающуюся на двух петлях. Как при работе, так и при перевозках крышка закрывается с помощью четырёх крючков, укреплённых на стенках ящика. На внутренней стороне крышки укреплены с помощью пружинных держателей специальный ключ *1* для регулировки пружин и проволочная отвёртка *2*. Здесь же на крышке, в деревянной рамке, закреплена табличка с правилами включения фильтра. На левой стенке крышки фильтра сделан вырез *3* для прохода проводов, включаемых к фильтру. Этот вырез закрывается фасонной заслонкой *4*, закреплённой на левой стенке ящика.

Схема фильтра ОФ-1 (рис. 215в). Прохождение телефонного и телеграфного токов по схеме фильтра рассмотрим отдельно со стороны линии (от зажима *Л*) и со стороны аппаратов (зажимы *ТГ* и *ТФ*); при этом цепи телеграфного тока рассмотрим, когда в телеграфном фильтре включено звено и ползвена.

Телеграфный ток. Включено звено. Тогда пружины *1—2* ключа разомкнуты, а пружины *2—3* и *4—5* замкнуты.

Цепь тока: зажим *Л*, точки *а*, *б*, катушка L_1, точка *в*, пружины *2—3* ключа, точка *г*, катушка L_2, точка *д*, пружины *4—5* ключа, точка *е*, зажим *ТГ*, схема аппарата Морзе, земля, и землёй ток вернётся на ту станцию, откуда он был послан.

Телеграфный ток. Включено ползвена. Тогда пружины *1—2* ключа замкнуты, а пружины *2—3* и *4—5* разомкнуты.

Цепь тока: зажим *Л*, точки *а*, *б*, L_1, точка *в*, пружины *2—1* ключа, точка *е*, зажим *ТГ*, схема аппарата, земля и землёй ток вернётся на ту станцию, откуда он был послан.

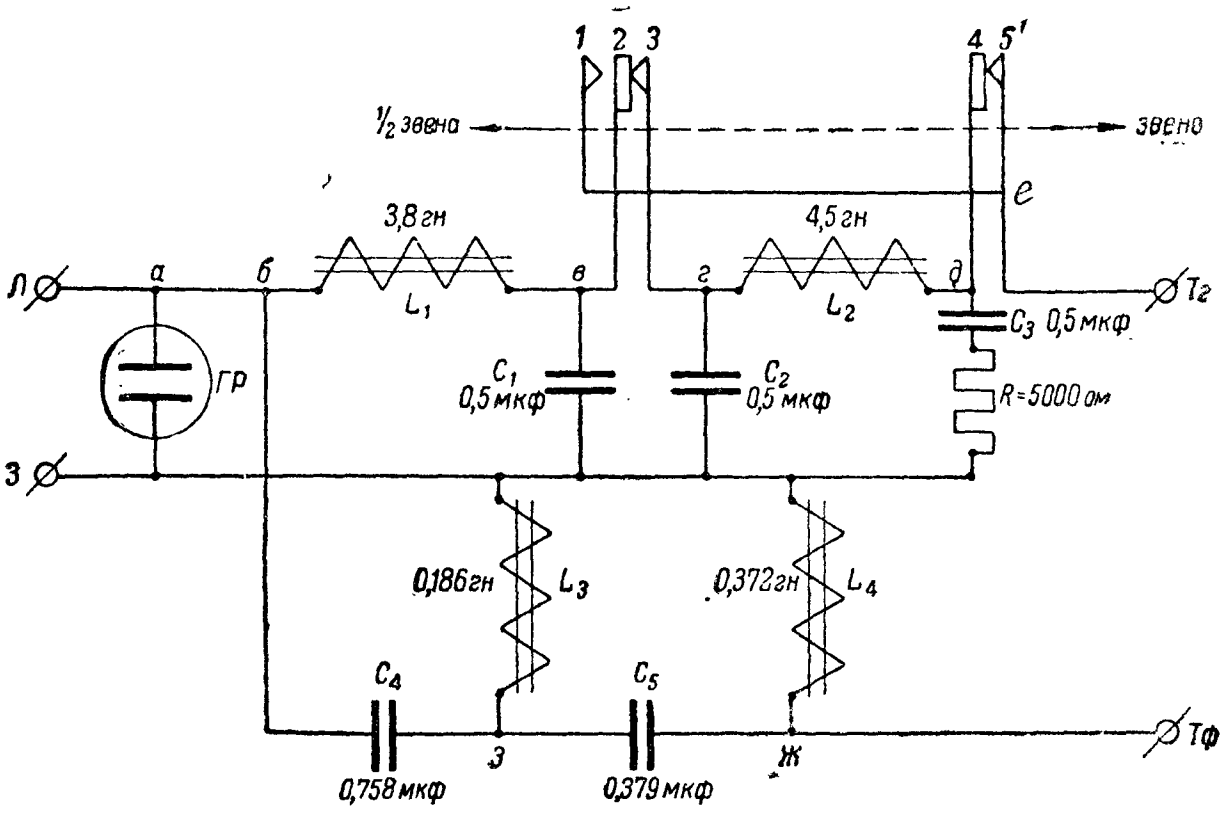


Рис. 215в. Принципиальная схема фильтра ОФ-1

Цепь телеграфного тока от зажима *ТГ* будет аналогична рассмотренной, только в обратном направлении.

Телефонный ток. На цепь прохождения телефонного тока положение ключа для включения звена или ползвена не сказывается — при любом положении этого ключа цепь телефонного тока будет одна и та же.

Цепь тока: зажим *Л*, точки *а*, *б*, конденсатор C_4, точка *з*, конденсатор C_5, точка *ж*, зажим *ТФ*, схема телефонного аппарата, земля и землёй ток вернётся на ту станцию, откуда он был послан. Цепь тока от зажима *ТФ* будет аналогична рассмотренной, только в обратном направлении.

Практические схемы включения фильтра ОФ-1 с телеграфными аппаратами Морзе на оконечных и промежуточных станциях показаны на рис. 216. Соответственно в колонках А и Г показано включение фильтра на оконечных станциях, а в колонке В показано включение фильтра на промежуточной станции.

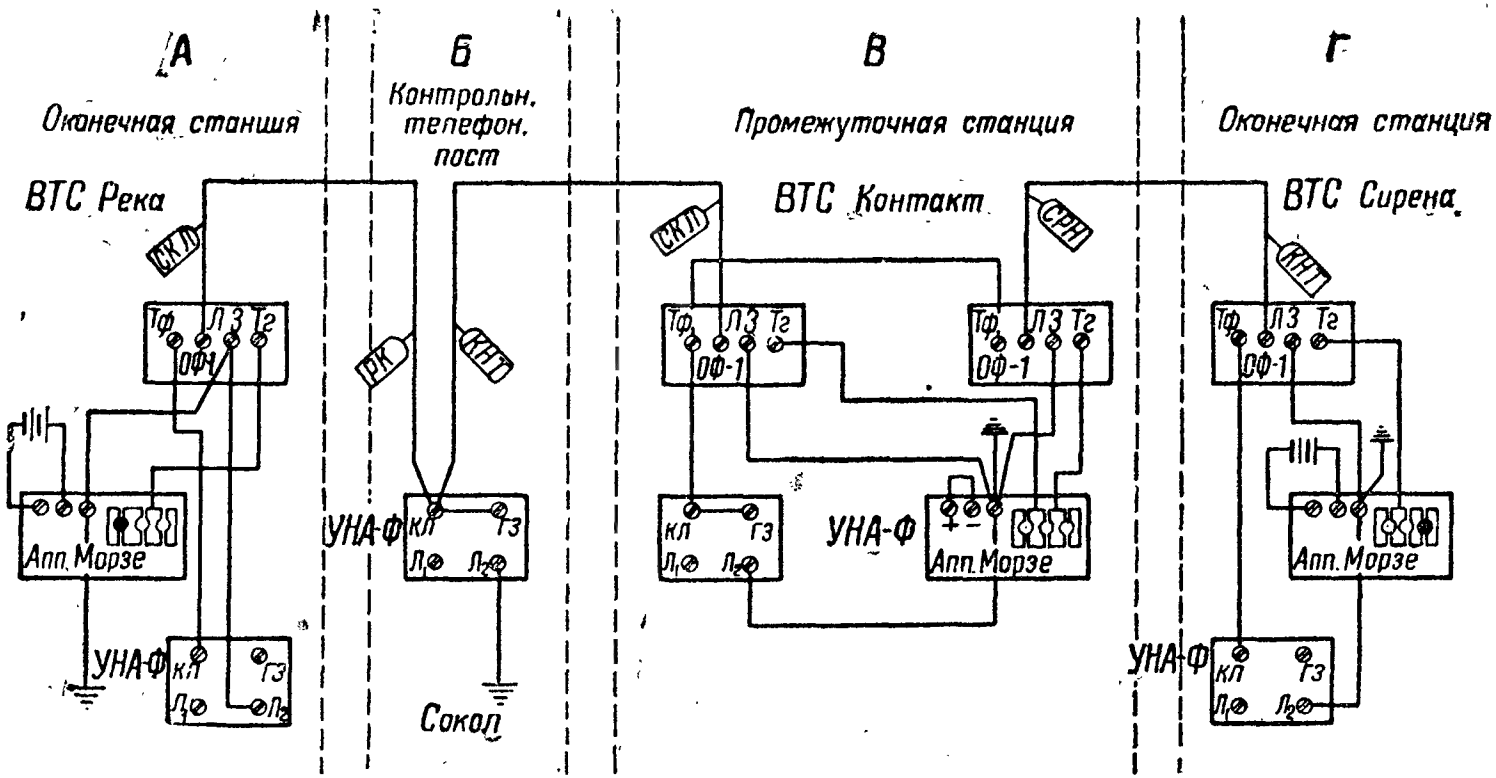


Рис. 216. Практические схемы соединения фильтра ОФ-1 с телеграфными аппаратами Морзе и телефонным аппаратом УНА-Ф

§ 70. ФИЛЬТР ТИПА ОФ-2

Для уплотнения двухпроводных цепей применяется облегчённый фильтр типа ОФ-2. С фильтром ОФ-2 можно получить по одной двухпроводной цепи одну телефонную связь и две связи телеграфных по каждому из проводов двухпроводной цепи. Фильтр ОФ-2 рассчитан для одновременного телефонирования и телеграфирования с использованием любых современных телеграфных аппаратов.

Фильтр ОФ-2, общий вид которого показан на рис. 217а, смонтирован в деревянном (или металлическом) ящике размером 310 × 192 × 162 *мм*. Вес фильтра 9,5 *кг*.

Устройство фильтра ОФ-2 (рис. 217а). Все детали фильтра смонтированы на выемном металлическом плато *5*, закреплённом в ящике четырьмя невыпадающими винтами *6*. Для удобства вынимания плато из ящика по бокам плато укреплены две проволочные скобы *7*.

На плато расположены две пластинки *8* и *9* из изоляционного материала с зажимами для включения фильтра. Между пластинками *8* и *9* расположена ручка *10* ключа, переключающего схему телеграфного фильтра или на полное звено или на ползвена.

На пластинке *8* имеются четыре зажима (считая слева направо): *1* и *2 ТФ* и *1* и *2 ТГ*. Зажимы *ТФ* служат для включения телефонного аппарата, а зажимы *ТГ* — для включения телеграфных аппаратов. На пластинке *9* имеются три зажима: $Л_1$, *З* и $Л_2$. К зажимам $Л_1$ и $Л_2$ подключается линия, а к зажиму *З* — земля.

Если ручка *10* ключа занимает среднее положение, то в телеграфном фильтре включено звено (в обеих половинах телеграфного фильтра). Если ручка *10* поставлена на отметку «½ звена», то соответственно в одной из половин телеграфного фильтра включается ползвена.

Снизу на выемном плато (рис. 217б) с помощью двух перегородок *11* образовано три отделения, в которых размещены катушки, конденсаторы и другие детали фильтра ОФ-2. В среднем отделении размещены набор контактных пружин *12* ключа, два цоколя грозовых разрядников *13* типа РА, две катушки сопротивления *14* по 5 000 *ом* каждая.

Ящик фильтра ОФ-2 имеет крышку, открывающуюся на петлях. Как при работе, так и при переносках крышка должна быть закрыта, чтобы внутрь фильтра не проникала влага. Крышка закрывается четырьмя крючками, укреплёнными на стенках ящика.

На внутренней стороне крышки укреплены с помощью пружинных держателей специальный ключ *1* для регулировки пружин ключа и проволочная отвёртка *2*. Здесь же на крышке закреплена в деревянной рамке табличка с правилами включения фильтра ОФ-2. На левой стенке крышки сделан вырез *3* для прохода проводов, подключаемых к фильтру. Этот вырез при перевозках закрывается фасонной заслонкой *4*, укреплённой на левой стенке ящика.

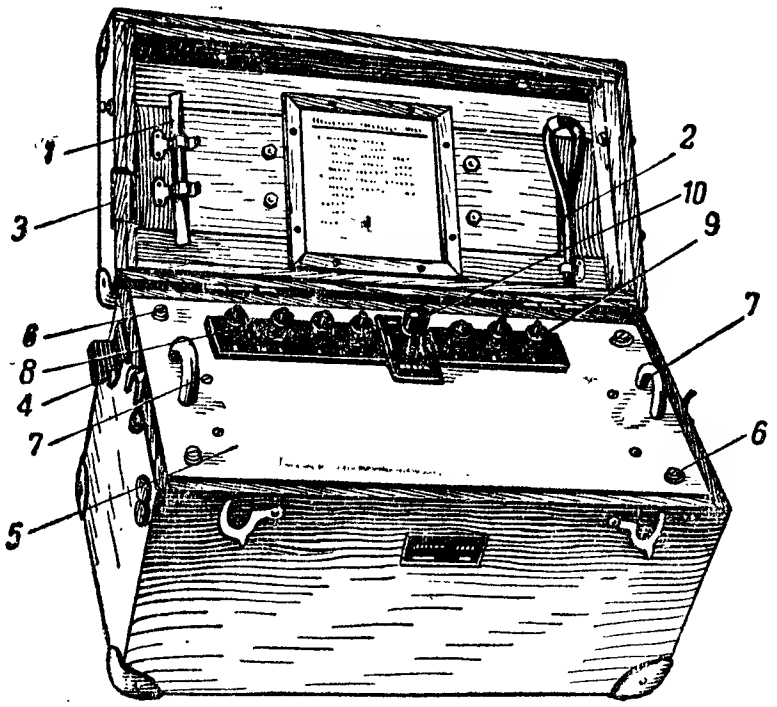


Рис. 217а. Фильтр типа ОФ-2 (общий вид):
1 — специальный ключ; *2* — отвёртка; *3* — вырез; *4* — заслонки; *5* — плато; *6* — винты; *7* — скобы; *8* и *9* — пластинки; *10* — ручка ключа

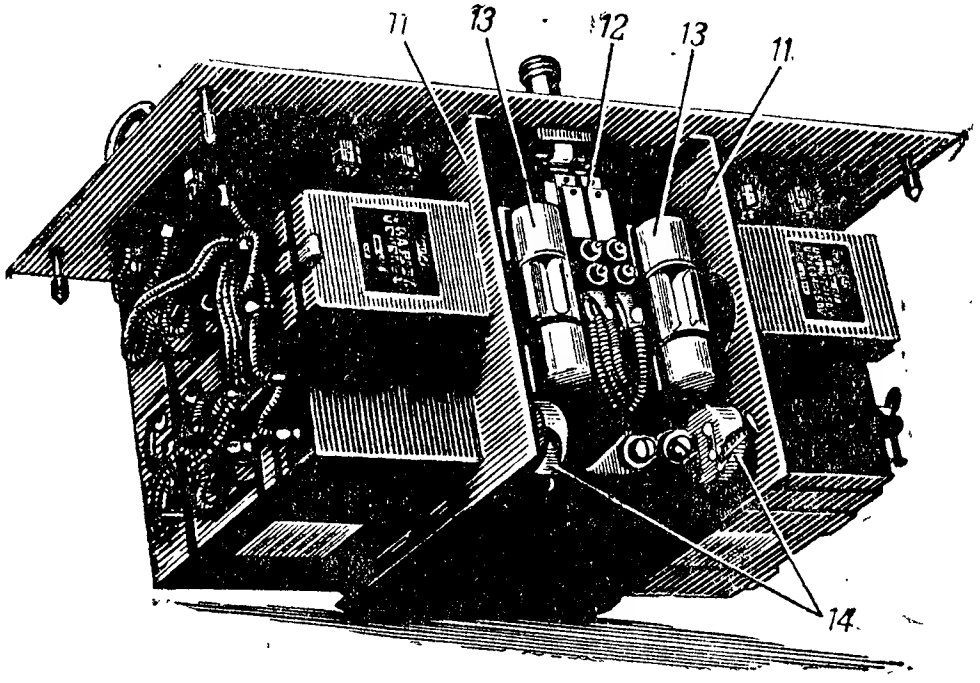


Рис. 217б. Плато фильтра ОФ-2 с деталями:
11 — перегородки; *12* — набор пружин ключа; *13* — грозовые разрядники; *14* — сопротивления

Схема фильтра ОФ-2. На рис 217в показана принципиальная схема фильтра ОФ-2, которая представляет собой как бы два фильтра ОФ-1, с той лишь разницей, что в этой схеме число пру-

жин ключа для включения звена или ½ звена больше, чем в фильтре ОФ-1. Токопрохождение по этой схеме ничем не отличается от подробно разобранной выше схемы ОФ-1.

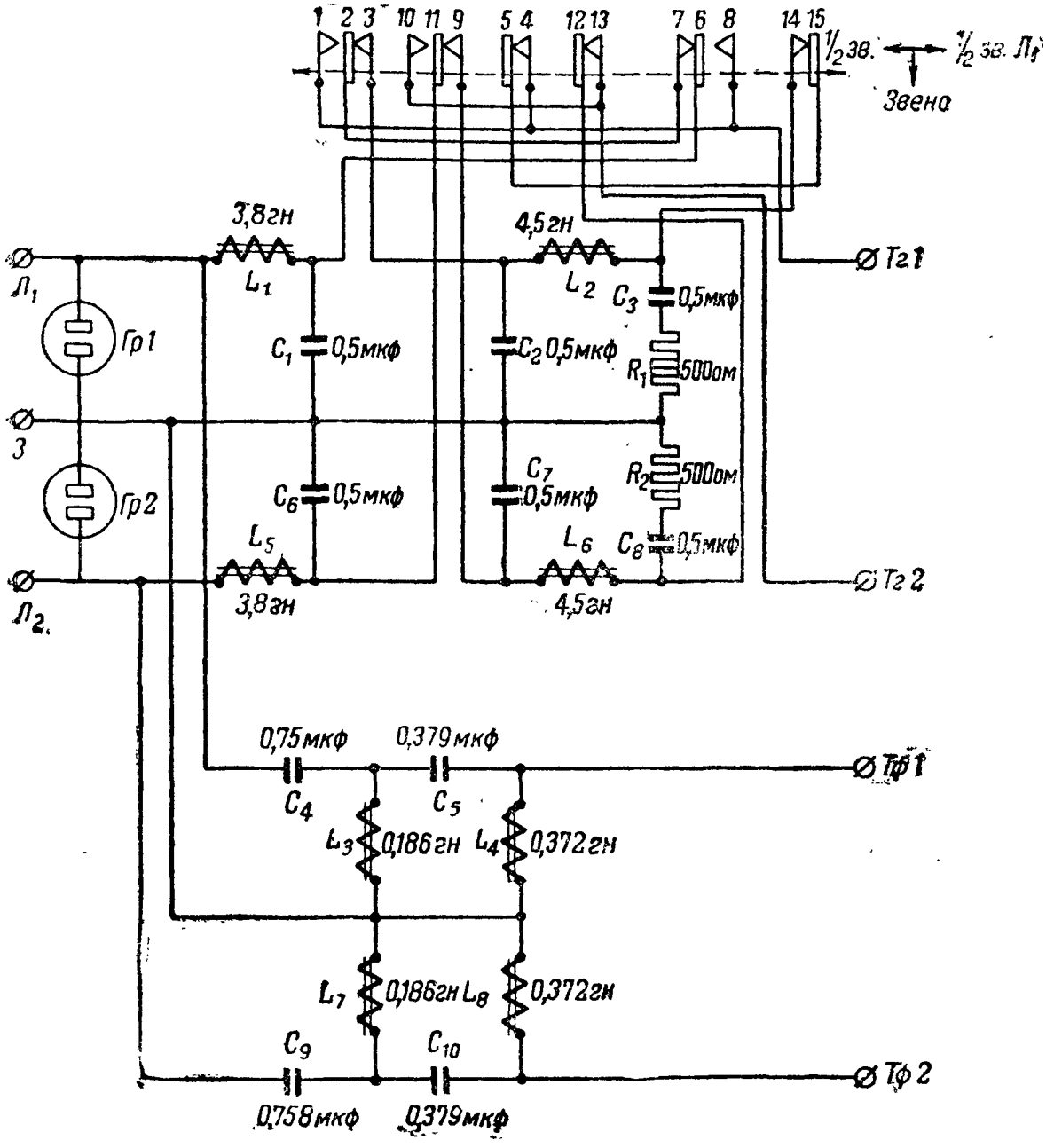


Рис. 217в. Принципиальная схема фильтра ОФ-2

Практические схемы включения фильтра ОФ-2 на оконечных и промежуточных станциях с аппаратами Морзе и СТ-35 показаны на рис. 218а и 218б. Соответственно на схемах I и II показано включение фильтра с использованием только телеграфных половин фильтра $Л_1$—$ТГ_1$. Если необходимо включить половину фильтра $Л_2$— $ТГ_2$, то все проводники на этих схемах переключаются на зажимы $Л_2$ и $ТГ_2$.

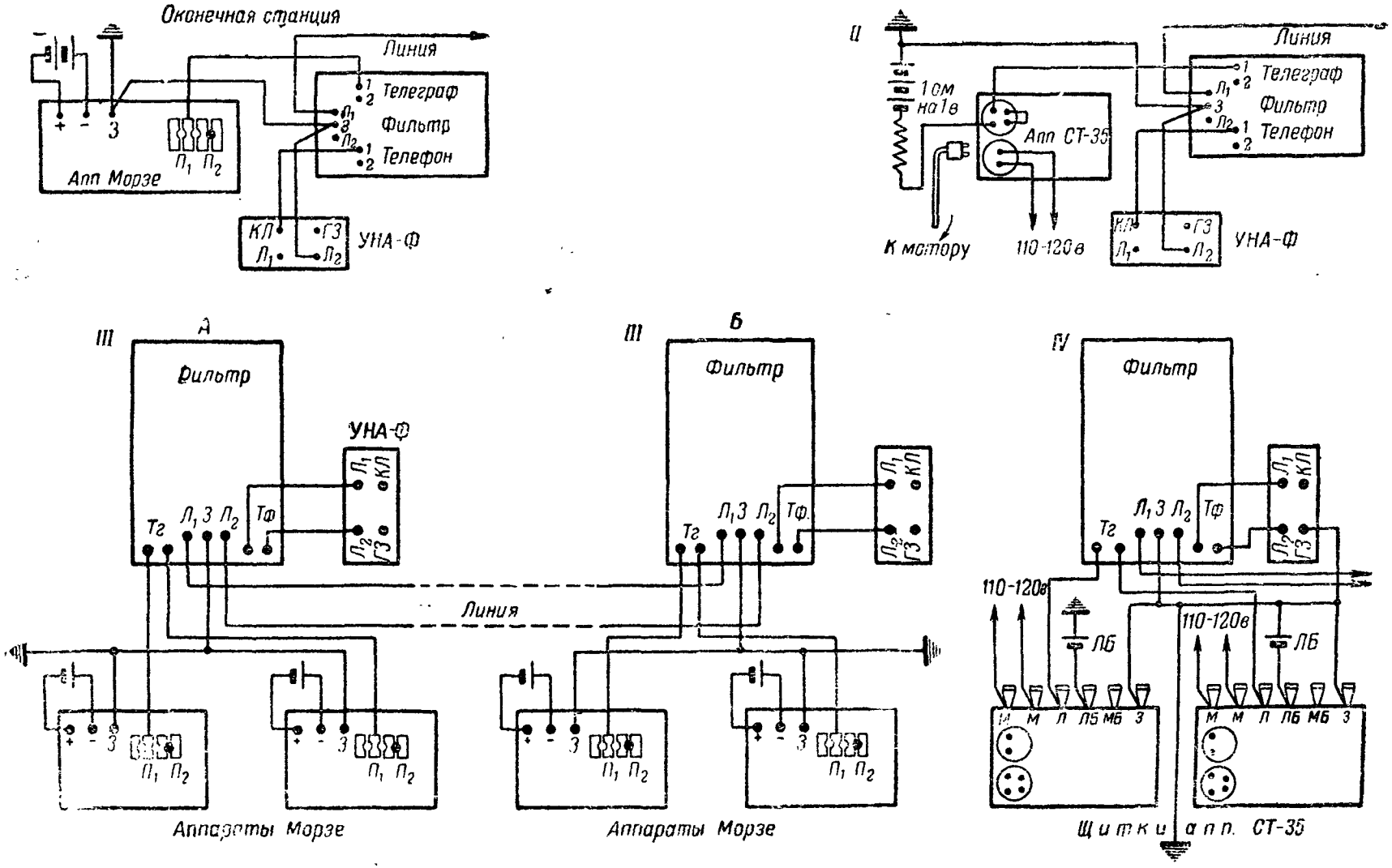


Рис. 218а. Практические схемы соединения фильтра ОФ-2 с телеграфными аппаратами и телефонным аппаратом УНА-Ф

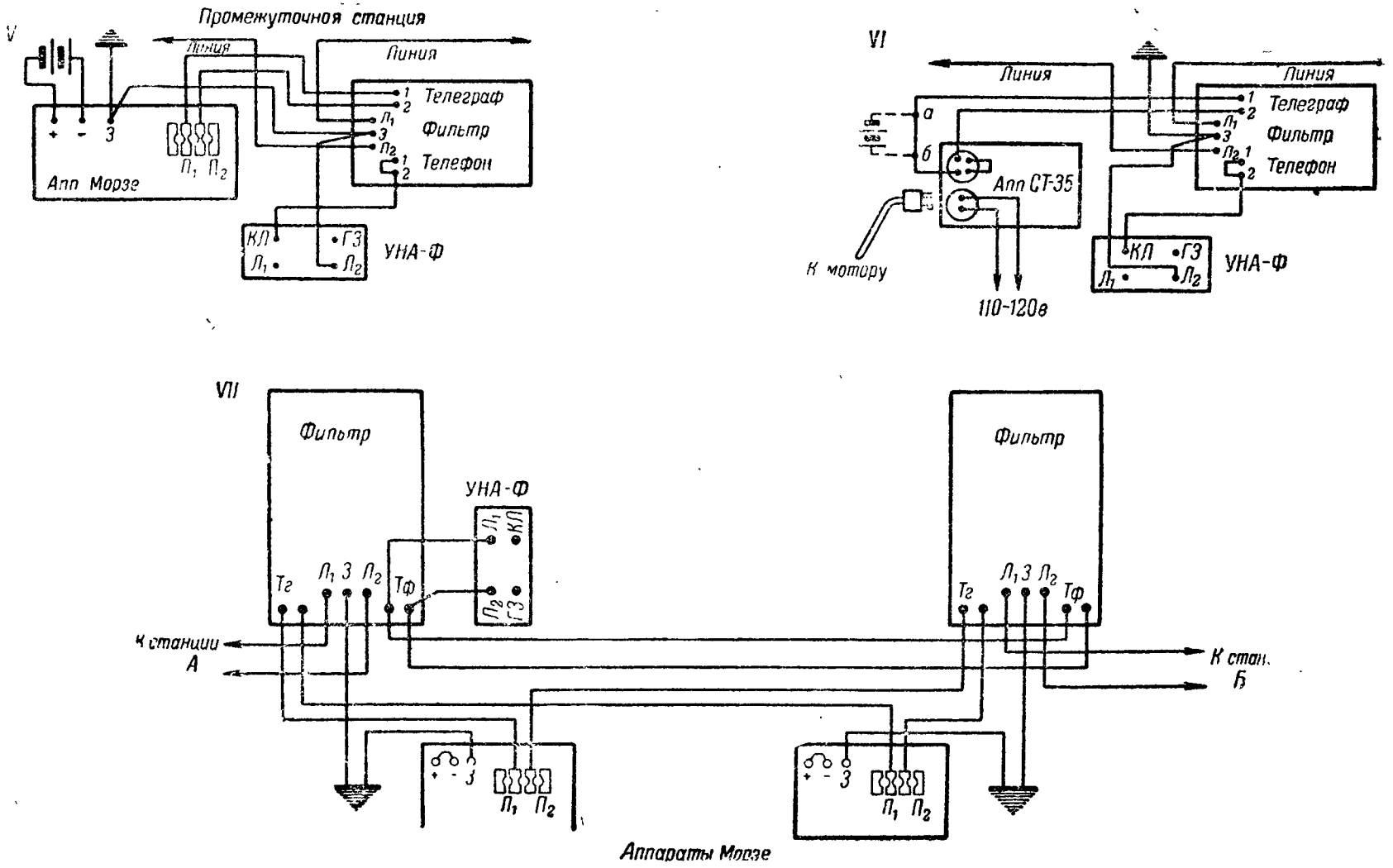


Рис. 218б. Практические схемы соединения фильтра ОФ-2 с телеграфными аппаратами и телефонным аппаратом УНА-Ф

Электрические данные катушек индуктивности и сопротивления фильтра ОФ-2 приведены в таблице 8.

Таблица 8

Данные обмоток дросселей и катушек сопротивления фильтра ОФ-2

№ по пор.	Схемные обозначения	Наименование	Индуктивность в *гн*	Сопротивление в *ом*	Число витков	Диаметр провода в *мм*	Марка провода
1	L_1 L_5	Дроссель Ш-14	3,8	Не более 170	3 000	0,2	ПЭШО
2	L_2 L_6	То же	4,5	Не более 175	3 300	0,2	»
3	L_3 L_7	» »	0,186	Не более 12	710	0,47	»
4	L_4 L_8	» »	0,372	Не более 25	1 000	0,35	»
5	R_1 R_2	Катушки сопротивления	—	5 000	—	0,05	ЛЭШОК

§ 71. СХЕМА ПИКАРА. ФАНТОМНАЯ ЦЕПЬ. ПРИНЦИП МНОГОКРАТНОГО ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ ТОКАМИ НЕСУЩИХ ЧАСТОТ

Принципиальная схема Пикара

Уплотнение линий по схеме Пикара (рис. 219) достигается применением специальных дифференциальных трансформаторов ($ДТр_1$ и $ДТр_2$). Телеграфные аппараты в этой схеме включаются в средние точки линейных обмоток трансформаторов $ДТр_1$ и $ДТр_2$. Телефонная передача в этой схеме проходит по обоим проводам цепи от телефонного аппарата $Т_1$ к аппарату $Т_2$ (и наоборот) через оба трансформатора (телефонные аппараты включаются в станционные обмотки трансформаторов $ДТр_1$ и $ДТр_2$).

При нажатии телеграфного ключа, например, ключа $К_1$, ток от батареи $Б_1$ идёт к средней точке трансформатора $ДТр_1$. В средней точке телеграфный ток разветвляется на две части: одна часть тока идёт через верхнюю половину обмотки трансформатора $ДТр_1$, по проводу *а*, в верхнюю половину обмотки $ДТр_2$, а другая часть телеграфного тока идёт по нижней половине обмотки $ДТр_1$, по проводу *б*, в нижнюю половину обмотки $ДТр_2$. В средней точке

обмотки трансформатора $ДТр_2$ обе части телеграфного тока сходятся и через ключ $К_2$ идут к телеграфному аппарату $А_2$, который и принимает телеграфные сигналы.

Если сопротивление обоих проводов линии и обеих половин обмоток трансформаторов $ДТр_1$ и $ДТр_2$ равны между собой, то телеграфный ток разветвится поровну. Если при этом число витков обеих половин обмоток трансформаторов одинаковое, то телеграфный ток образует в них равные по величине и противоположные по направлению магнитные потоки. Эти магнитные потоки взаимно уничтожаются, благодаря чему воздействия телеграфной передачи на телефонные аппараты $Т_1$ и $Т_2$ не будет.

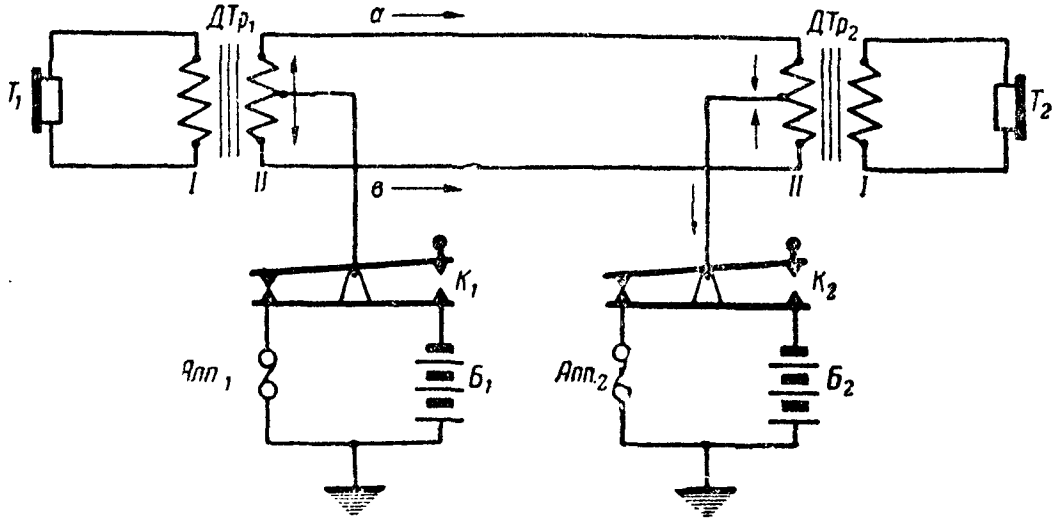


Рис. 219. Принципиальная схема Пикара

Рассмотрим теперь, будет ли иметь место влияние телефонной передачи на телеграфную. Как видно из той же схемы, телеграфные аппараты подключаются к средним точкам диференциальных трансформаторов, имеющих по отношению к токам телефонной передачи нулевой потенциал. Следовательно, разговорные (а также и вызывные) токи в телеграфный аппарат попадать не будут, поэтому и влияния телефонной передачи на телеграфную не может быть, что особенно важно для вызывного тока от индуктора.

В заключение заметим, что схема Пикара требует, чтобы сопротивления проводов цепи были одинаковыми, иначе телеграфная передача будет влиять на телефонную.

Практические схемы Пикара

Схему Пикара можно составить, применив следующие трансформаторы отечественного производства:

— трансформаторы «ежового типа» с пятью клеммами;
— трансформаторы типа Тр-63-Ж;
— трансформаторы типа ДТН.

Трансформатор ежового типа (рис. 220). Этих трансформаторов было выпущено в своё время достаточно большое количество; они и сейчас имеются в частях связи. Однако, вследствие большого затухания для тональных частот этот трансформатор должен использоваться только при отсутствии трансформаторов типа Тр-63-Ж и ДТН.

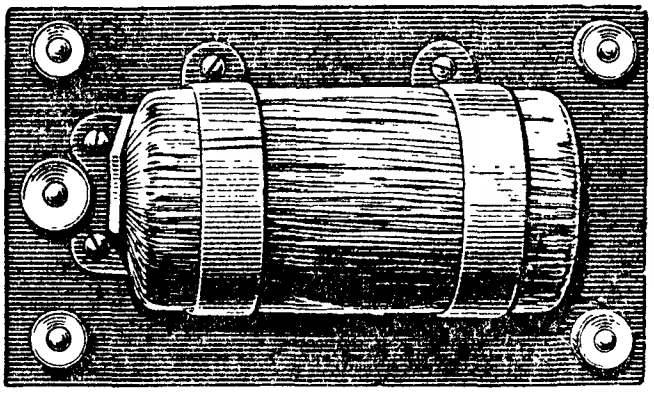


Рис. 220. Трансформатор ежового типа

Трансформатор типа Тр-63-Ж, общий вид которого показан на рис. 221а. Схема трансформатора Тр-63-Ж с указанием начала обмоток (H_1—H_4) и концов обмоток (K_1—K_4) трансформатора показана на рис. 221а справа.

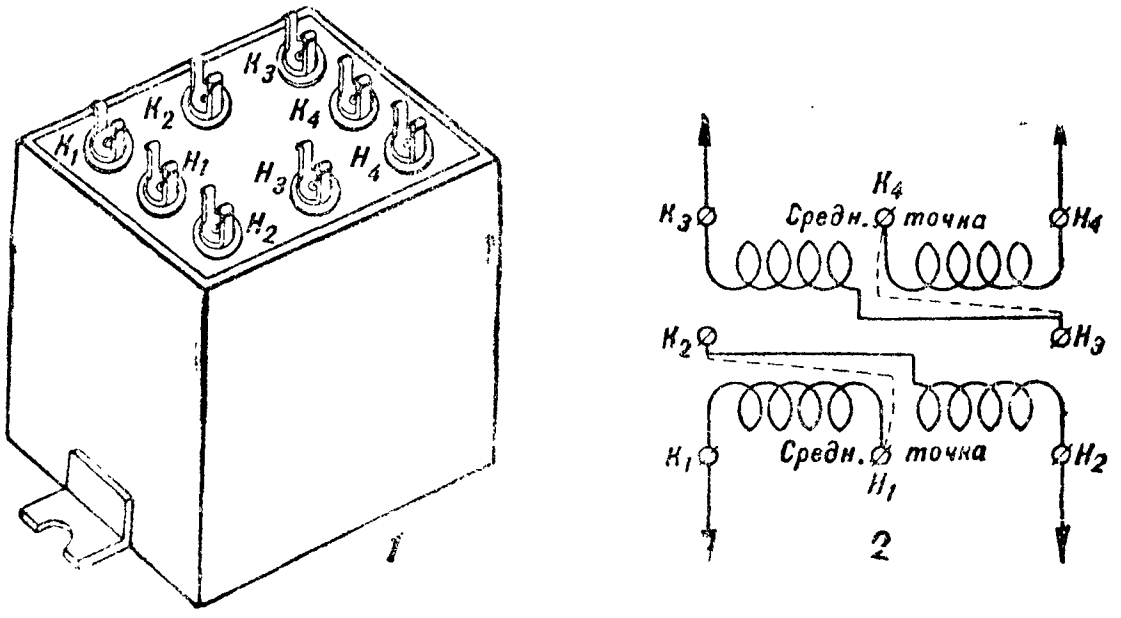


Рис. 221а. Трансформатор типа ТР-63-Ж

При составлении схемы Пикара с трансформаторами Тр-63-Ж соединение обмоток надо сделать, как указано на схемах рис. 221б, где пунктирными линиями показано соединение концов обмоток между собой. Обмотки трансформатора одинаковы, поэтому трансформатор Тр-63-Ж можно включить по любой схеме рис. 221б.

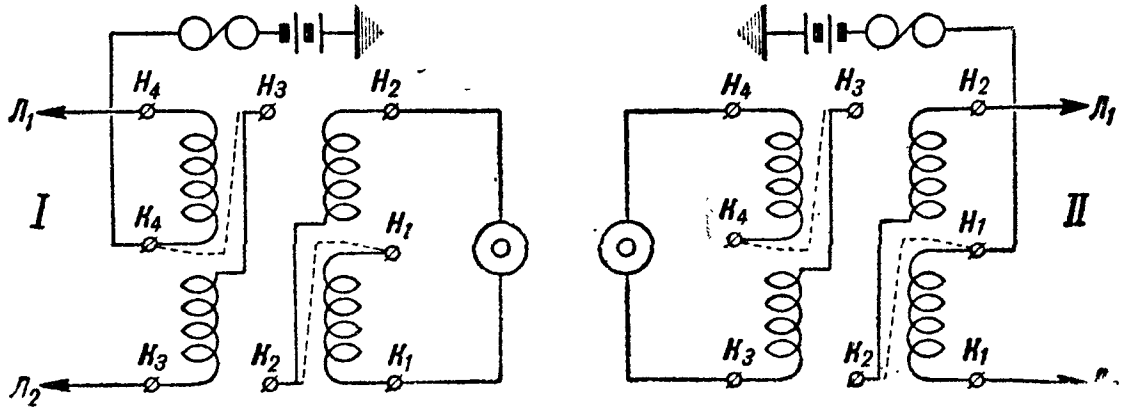


Рис. 221б. Схемы соединения обмоток трансформатора ТР-63-Ж

Трансформатор ДТН, вид которого показан на рис. 222, представляет собой последний образец телефонного трансформатора. Трансформатор включается так.

К зажимам $Л_1$ и $Л_2$ подключаются провода двухпроводной линии, к зажиму *ТГ* (средняя точка) присоединяется телеграфный аппарат и к зажимам «станция» подключается телефонный аппарат.

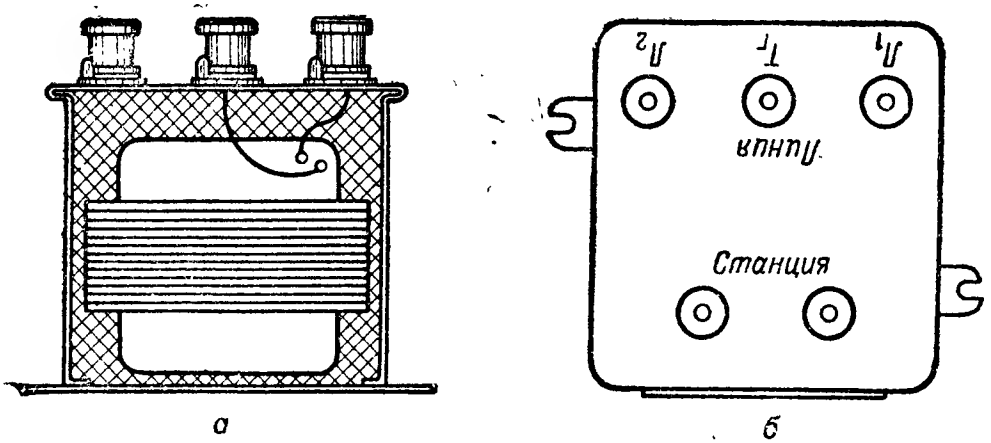


Рис. 222. Трансформатор типа ДТН

Включение аппаратов по схеме Пикара для различных практических случаев показано на рис. 223а и 223б.

На схемах I—IV приведены соединения аппаратуры по схеме Пикара на оконечных станциях; на схеме V показано составление схемы Пикара из двух четырёхклеммных трансформаторов;

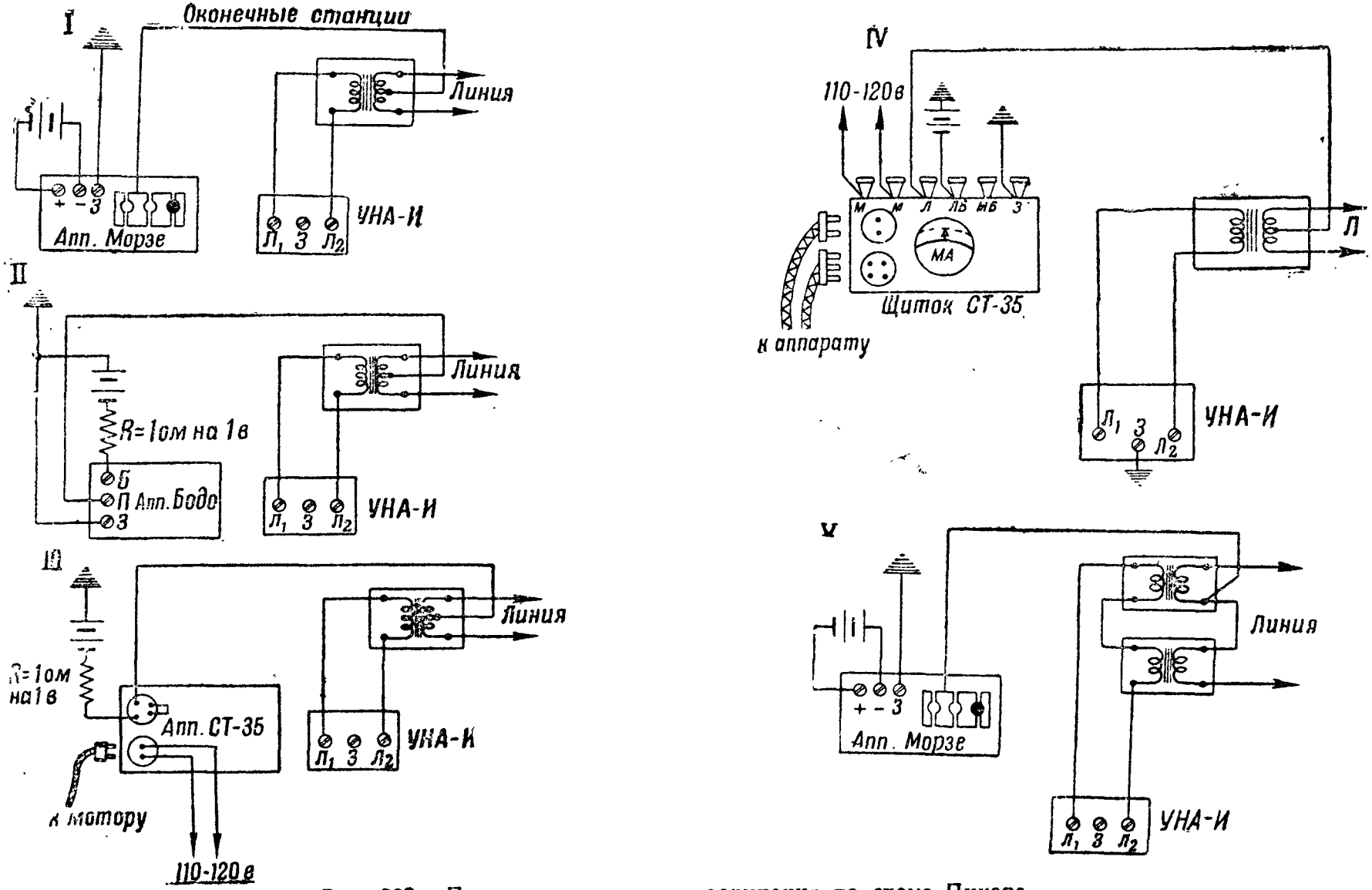


Рис. 223а. Практические схемы соединения по схеме Пикара

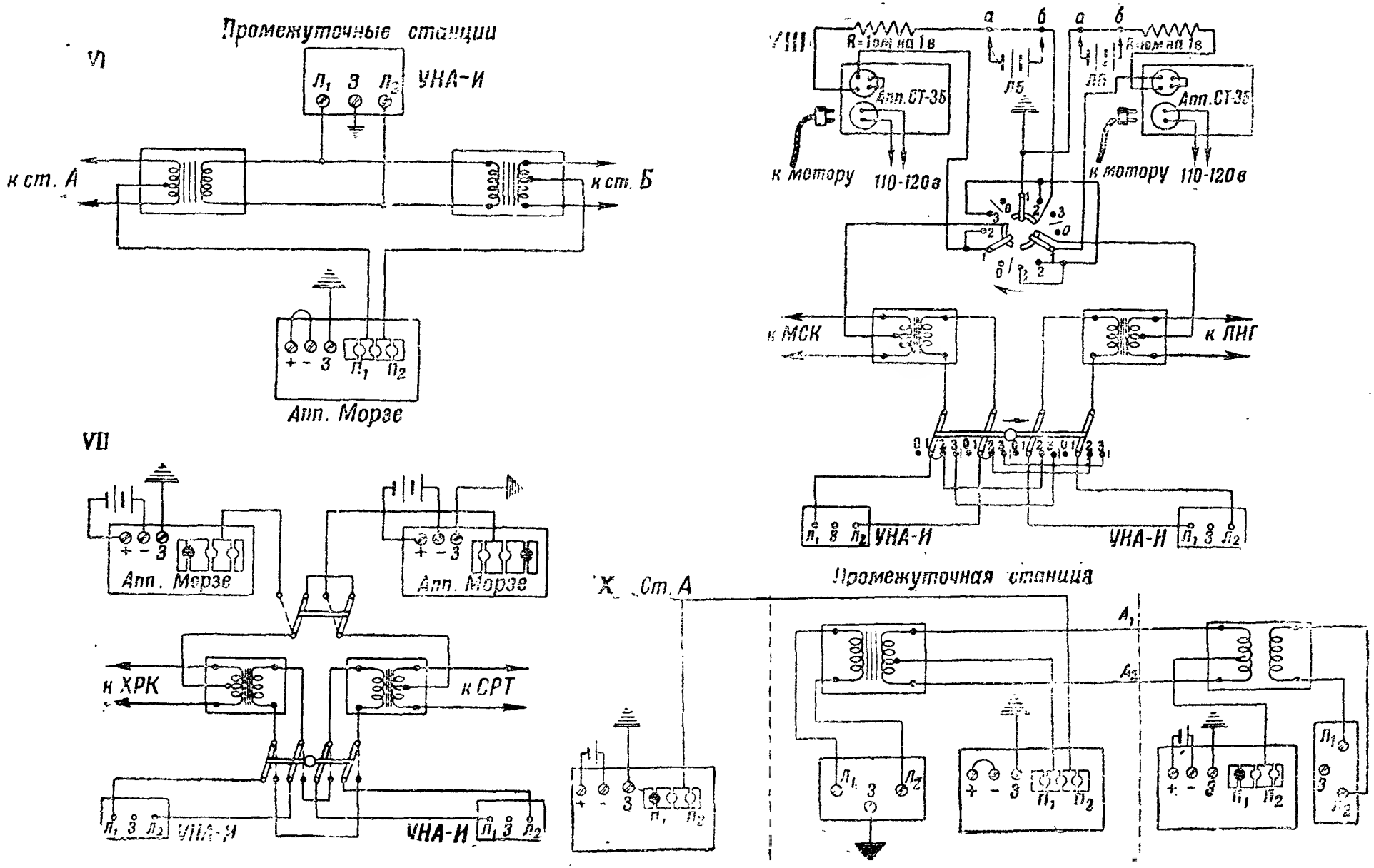


Рис. 2236. Практические схемы соединения по схеме Пикара

схемы VI, VII, VIII показывают, как составляется схема Пикара на промежуточных пунктах запикаренных цепей с аппаратами Морзе и СТ-35. Схема IX показывает, как осуществить переход с однопроводной линии на двухпроводную — запикаренную цепь. По схеме IX станция А имеет телеграфную связь со станцией В, а промежуточная станция Б в это же время поддерживает телефонную связь со станцией В.

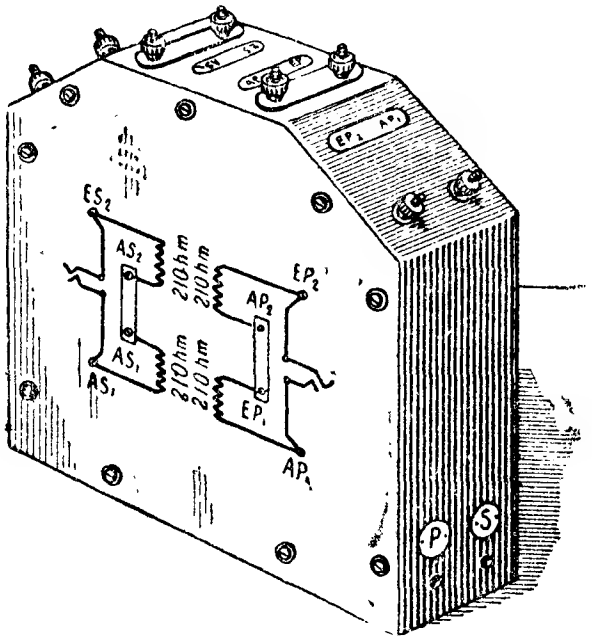


Рис. 224. Трофейный диференциальный трансформатор

В заключение отметим, что схема Пикара может быть составлена и с диференциальными трофейными трансформаторами (рис. 224), которых за время Отечественной войны части связи получили большое количество. Составление схемы Пикара с трофейными трансформаторами ничем не отличается от составления схемы с трансформаторами отечественного производства.

Фантомная цепь

Уплотнение линий связи с образованием фантомной цепи осуществляется по схеме, показанной на рис. 225. Для составления фантомной цепи применяют обычные диференциальные трансформаторы (например, ДТН) на основных цепях (трансформаторы $ДТР_1$, $ДТР_2$, $ДТР_3$, $ДТР_4$). На фантомной цепи можно поставить или диференциальные или обычные, переходные трансформаторы ($ТР_1$, $ТР_2$).

По схеме рис. 225 осуществляются три телефонные связи, одновременно не мешая друг другу. Телефонная связь (первая) по аппаратам № 1 и № 2 осуществляется по 1-й основной физической цепи; прохождение тока по этой цепи показано на рис. 225 пунктирными стрелками. Телефонная связь (вторая) по аппаратам № 3 и № 4 осуществляется по 2-й основной физической цепи; прохождение тока для этой цепи также показано пунктирными стрелками. Фантомная цепь образуется из двух основных физических цепей, имеющихся между станциями *А* и *Б*. Телефонные аппараты фантомной цепи включаются в средние точки диференциальных трансформаторов основных цепей через трансформаторы $ТР_1$ и $ТР_2$. Таким образом, оба провода 1-й основной цепи используются как один провод фантомной цепи, оба провода 2-й основной цепи (используются так же, как один провод) явля-

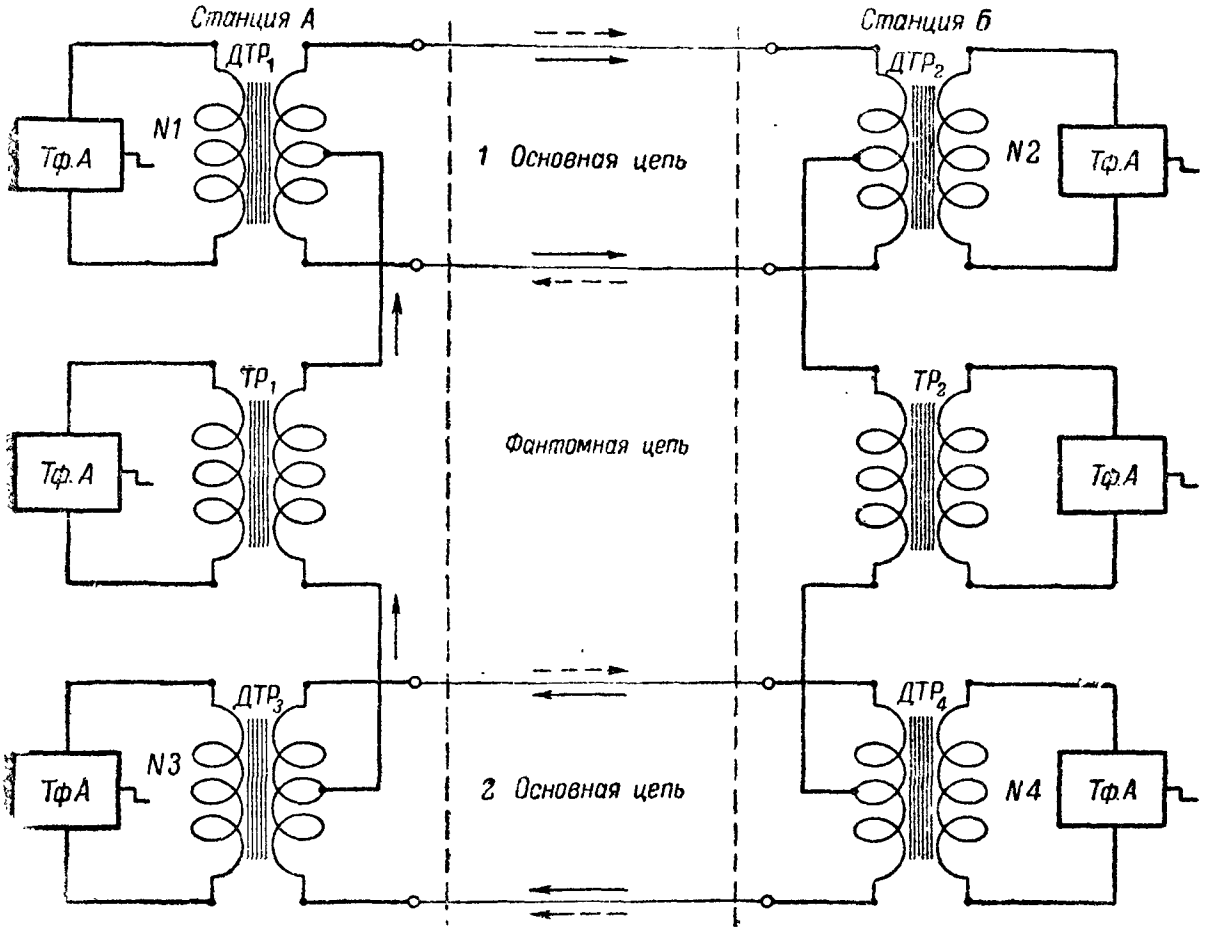


Рис. 225. Схема фантомной цепи

ются вторым проводом фантомной цепи. Прохождение тока по фантомной цепи (третья телефонная связь) показано на рис. 225 сплошными стрелками.

Принцип многократного телеграфирования токами несущей частоты

Чтобы осуществить многократное телеграфирование (несколько одновременных передач) по одной двухпроводной цепи «токами несущих частот», применяют не постоянный ток, как это имеет место при обычном телеграфировании, а переменные токи разной частоты. Каждая частота переменного тока используется для одной передачи. При этом методе телеграфирования в линию посылаются переменные токи различных частот, которыми «управляют» обычными передатчиками (например, ключами аппаратов Морзе) телеграфных аппаратов. Рассмотрим схему рис. 226, которая обеспечивает шесть передач одновременно: три передачи со станции *А* на станцию *Б* и три передачи со станции *Б* на станцию *А*. В соответствии с этим на станции *А* имеются три генератора переменного тока $Г_1$, $Г_2$, $Г_3$, которые вырабатывают переменные токи с частотой f_1, f_2, f_3. Этими токами «управляют» клю-

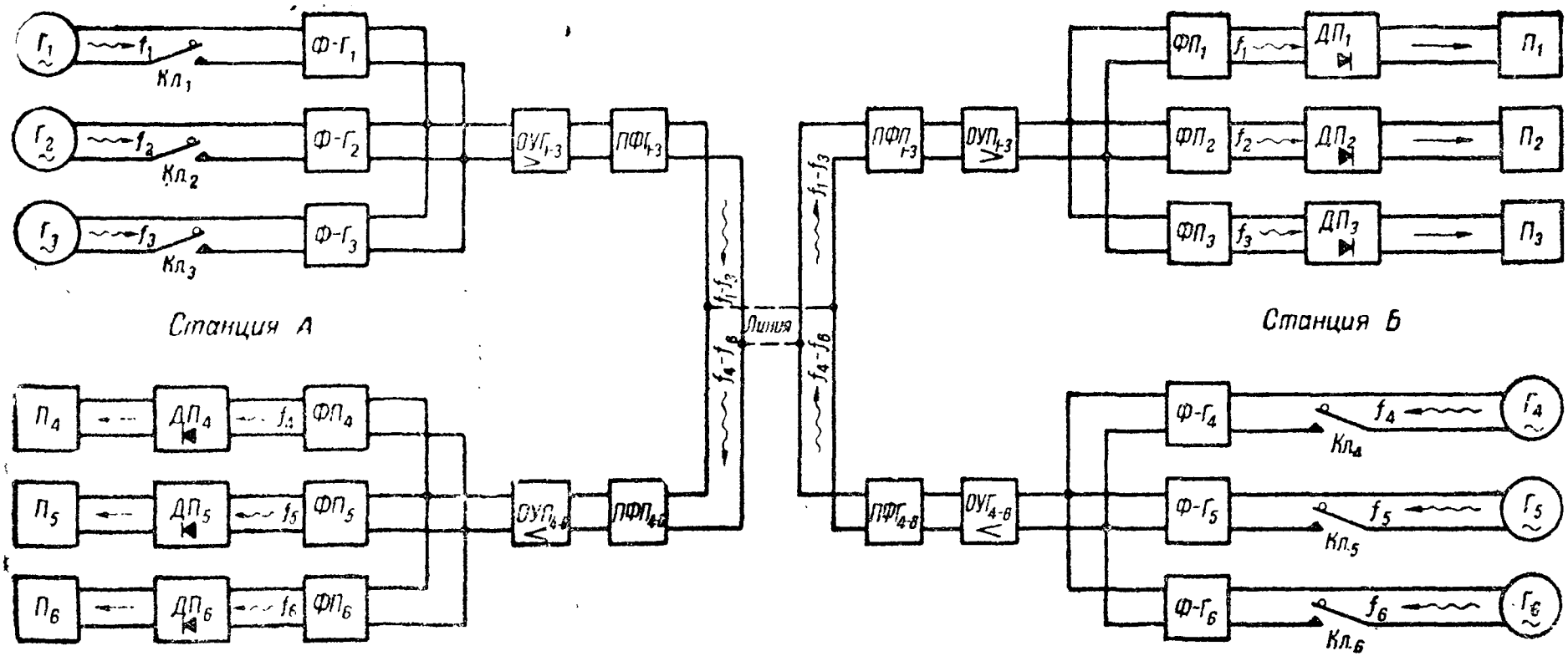


Рис. 226. Принципиальная схема многократного телеграфирования

чами $Кл_1$, $Кл_2$ и $Кл_3$ телеграфных передатчиков. На станции *Б* соответственно установлены генераторы $Г_4$, $Г_5$, $Г_6$, вырабатывающие переменные токи с частотой f_4, f_5, f_6; этими токами «управляют» ключами $Кл_4$, $Кл_5$ и $Кл_6$.

Переменные токи генераторов $Г_1$, $Г_2$, $Г_3$ после выпрямления принимаются приёмниками $П_1$, $П_2$, $П_3$, установленными на станции *Б*, а приёмные токи генераторов $Г_4$, $Г_5$, $Г_6$, также после выпрямления, принимаются приёмниками $П_4$, $П_5$, $П_6$, установленными на станции *А*.

Чтобы все эти переменные токи правильно распространялись по приёмникам и не мешали друг другу, перед каждым генератором и каждым приёмником поставлены электрические фильтры, которые свободно пропускают только токи своей частоты (например, ток с частотой f_1 фильтр $ФП_1$ пропускает, а все остальные задерживает). Помимо этого, на каждой станции установлены полосовые фильтры генераторов и приёмников, усилители и детекторы, выпрямляющие переменный ток. Чтобы понять сущность действия схемы рис. 226, проследим за прохождением тока какой-либо частоты, допустим, тока с частотой f_1 первого генератора $Г_1$. Отметим, что прохождение переменных токов от других генераторов будет таким же, как и тока генератора $Г_1$.

При рассмотрении схемы прохождения тока будем иметь в виду, что ток от генератора $Г_1$ должен приниматься приёмником $П_1$, а токи от генератора $Г_2$ и т. д. — своими приёмниками ($П_2$ и т. д.). В схеме рис. 226 все генераторы непрерывно вырабатывают переменные токи с частотой f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 и f_6. Но эти токи посылаются в линию только во время нажатия ключей $Кл_1$, $Кл_2$, $Кл_3$, $Кл_4$, $Кл_5$ и $Кл_6$.

Цепь тока генератора $Г_1$: генератор $Г_1$, ключ $Кл_1$, фильтр $Ф\text{-}Г_1$, общий усилитель генераторов $ОУГ_{1\text{-}3}$, полосовой фильтр генераторов $ПФГ_{1\text{-}3}$, линия, полосовой фильтр приёмников $ПФП_{1\text{-}3}$, общий усилитель приёмников $ОУП_{1\text{-}3}$, фильтр приёмника $ФП_1$, детекторное устройство первого приёмника $ДП_1$. В детекторе переменный ток частоты f_1 выпрямляется и от него уже в приёмники $П_1$ поступает выпрямленный ток. Приёмник $П_1$ станции *Б* запишет знак, переданный ключом $Кл_1$ станции *А*. Точно так же будут работать и все остальные приёмники, но уже от токов других частот, передаваемых в линию своими ключами. Как видим, схема рис. 226 даёт больший эффект уплотнения (шесть телеграфных передач). В настоящее время имеются установки, допускающие 18 телеграфных передач.

По этой же линии можно осуществить и несколько телеграфных передач, пользуясь изложенным здесь методом передачи токами несущих частот. Таким образом, метод передачи токами несущих частот обеспечивает максимальное уплотнение линией связи, что и послужило причиной его широкого применения в технике проводной связи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое значение имеет одновременное телефонирование и телеграфирование по одному проводу?
2. Какую роль играют катушки индуктивности и конденсаторы в схемах одновременного телефонирования и телеграфирования?
3. Как устроен фильтр ОФ-1?
4. Как устроен фильтр ОФ-2?
5. Как включить аппарат Морзе и телефон на оконечной станции с фильтром ОФ-1?
6. Как включить аппараты Морзе и телефонные аппараты на оконечной станции с фильтром ОФ-2 на двухпроводной линии?
7. Как включить аппарат СТ-35 и телефон на оконечной станции с фильтром ОФ-1?
8. Как включить аппарат СТ-35 и телефон на оконечной станции с фильтром ОФ-2 на двухпроводной линии?
9. Как включить аппарат Морзе и телефон на промежуточной станции с фильтрами ОФ-1?
10. Как включить аппарат Морзе на оконечной станции по схеме Пикара с трансформаторами ДТН?
11. Составьте практическую схему соединения телефонного аппарата и аппарата Морзе по схеме Пикара с трансформатором Тр-63-Ж на оконечной станции.
12. Составьте практическую схему соединения телефонного аппарата и аппарата СТ-35 на оконечной станции по схеме Пикара с трансформатором ДТН.

ГЛАВА X

ДУПЛЕКСНОЕ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

§ 72. ПРИНЦИП ДУПЛЕКСНОГО ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЯ ПО ДИФЕРЕНЦИАЛЬНОМУ СПОСОБУ

Общие сведения о дуплексе. До сих пор мы разбирали телеграфную передачу по схемам, представленным на рис. 142 и 143, которые называются симплексными, так как они допускают одновременно передачу телеграмм только в одном направлении. По этим схемам станции ведут работу так: сначала станция *А* передаёт, а станция *Б* в это время только принимает, и наоборот, когда станция *Б* ведёт передачу, станция *А* может только принимать.

В качестве одного из способов уплотнённого использования линий и аппаратуры были предложены такие схемы телеграфной передачи, которые допускают две одновременные передачи навстречу друг другу. Способ телеграфирования, когда обе станции одновременно ведут и приём и передачу, называется дуплексным способом.

Достоинствами дуплексного телеграфирования в сравнении с симплексным являются:

а) увеличение телеграфного обмена примерно в два раза;

б) затруднённый перехват дуплексной телеграфной работы.

Недостатки дуплекса:

а) увеличенный расход тока;

б) усложнённая схема телеграфирования;

в) чувствительность дуплексных схем к изменениям, происходящим на линиях, благодаря чему требуется более тщательное наблюдение за аппаратурой и более точная регулировка.

Дуплексное телеграфирование в настоящее время осуществляется по диференциальной схеме.

Схема однополюсного диференциального дуплекса. Прежде чем разбирать схемы диференциального дуплекса, рассмотрим сначала принципиальную схему работы диференциального реле, которое является основным прибором в схеме диференциального дуплекса.

Пусть мы имеем реле *ДР* (или электромагнит) с двумя совершенно одинаковыми обмотками (рис. 227), по которым ток проходит в разных направлениях. К одной обмотке реле присоединена линия, а другая обмотка соединена с так называемой балансной линией (*БЛ*). В точке *а* обе обмотки соединены вместе, образуя так называемую среднюю точку обмоток. К этой средней точке присоединён передатчик — ключ *Кл*. Если мы нажмём на ключ, то образуется цепь *1*.

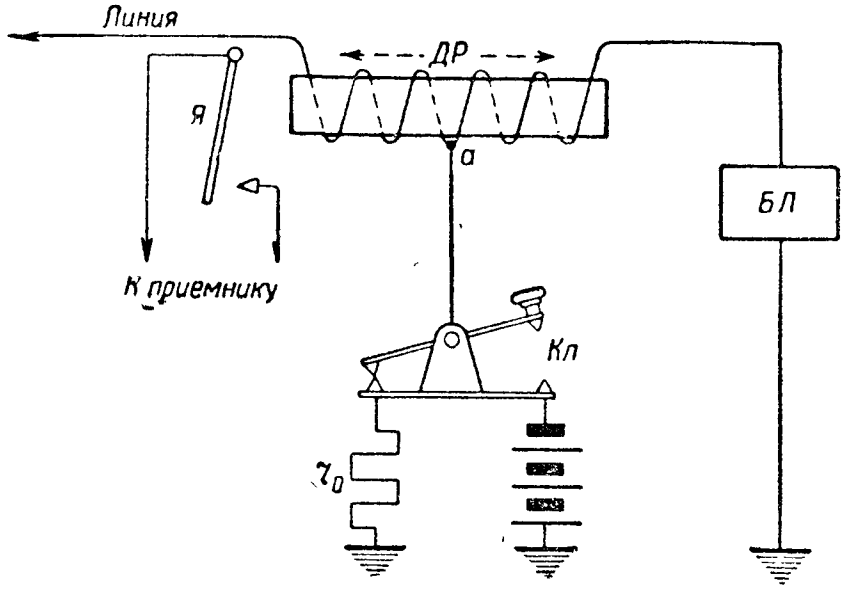


Рис. 227. Принцип работы диференциального реле (электро магнита)

Цепь *1*: батарея, передний контакт ключа, точка *а*, здесь ток разветвляется на две части: одна часть тока пойдёт в линию, а другая через сопротивление балансной линии *БЛ*.

Сопротивление балансной линии *БЛ* берётся равным сопротивлению линии, поэтому ток в обеих половинах обмотки будет равным и будет создавать равные магнитные поля. Так как токи

противоположны по направлению, то результирующее магнитное поле будет равно нулю и электромагнит не будет воздействовать на якорь.

Если между якорем *Я* и контактом реле включён приёмник, то последний не сработает (цепь разомкнута) и записи знаков, переданных ключом-передатчиком, мы не получим. Рассмотрим теперь работу этого же реле при условии, что в него поступает ток с линии. Цепь тока в этом случае будет следующей.

Цепь 2: линия, линейная обмотка, точка *а*, здесь ток разветвится на две части, проходя по цепям *2А* и *2Б*.

Цепь *2А*: точка *а*, стойка ключа, задний контакт ключа, сопротивление r_0, земля и далее землёй ток вернётся на станцию, откуда он был послан.

Цепь *2Б*: точка *а*, местная обмотка реле, сопротивление *БЛ*, земля, и далее землёй ток вернётся на станцию, откуда он был послан.

Как видно из прохождения тока по цепям *2А* и *2Б*, ток прошёл по обмоткам реле в одном направлении, следовательно, магнитные поля обеих обмоток создают одинаковую полярность сердечника, и последний притянет якорь. Между контактом реле и его якорем включён приёмник, который, сработав, запишет переданный знак.

Итак, реле с двумя обмотками, включённое в цепь тока, как это показано на рис. 227, не срабатывает, когда мы передаём, и срабатывает, когда мы принимаем. Теперь применим это реле в схеме диференциального однополюсного дуплекса, принципиальная схема которого показана на рис. 228. На рис. 228 показано положение, когда станция *А* передаёт, а станция *Б* принимает. Прохождение тока по обмоткам реле *ДР* показано стрелками на чертеже.

Из схемы рис. 228 видно, что реле *ДР* на станции *А* не срабатывает, и приёмный электромагнит не записывает знаков, передаваемых своим ключом *Кл*. Реле же станции *Б* притягивает свой якорь, и последний замыкает цепь своего приёмного электромагнита *Э*. Таким образом, электромагнит *Э* станции *Б* принимает знак, переданный со станции *А*.

Рассмотрим теперь диференциальную схему однополюсного дуплекса, показанную на рис. 229. На схеме обозначены: $ДА_1$ и $ДА_2$ — диференциальные миллиамперметры, $ОЛ_1$ и $ОМ_1$ — линейная и местная обмотки реле $Р_1$, $ОЛ_2$ и $ОМ_2$ — линейные и местные обмотки реле $Р_2$, $К_1$ и $К_2$ — ключи станций *А* и *Б*, r_{01} и r_{02} — сопротивления предохранительных батарейных ламп, $r_{к_1}$ и $r_{к_2}$ — сопротивления компенсации внутреннего сопротивления батарей $Б_1$ и $Б_2$, $ИЛ_1$ и $ИЛ_2$ — искусственные линии станций *А* и *Б*. Точки *а* и *б* являются точками разветвления токов или вершинами дуплексных схем станций *А* и *Б*. Искусственные линии (*ИЛ*) имеют балансные омические сопротивления R_1 и R_2 и ёмкости C_1 и C_2.

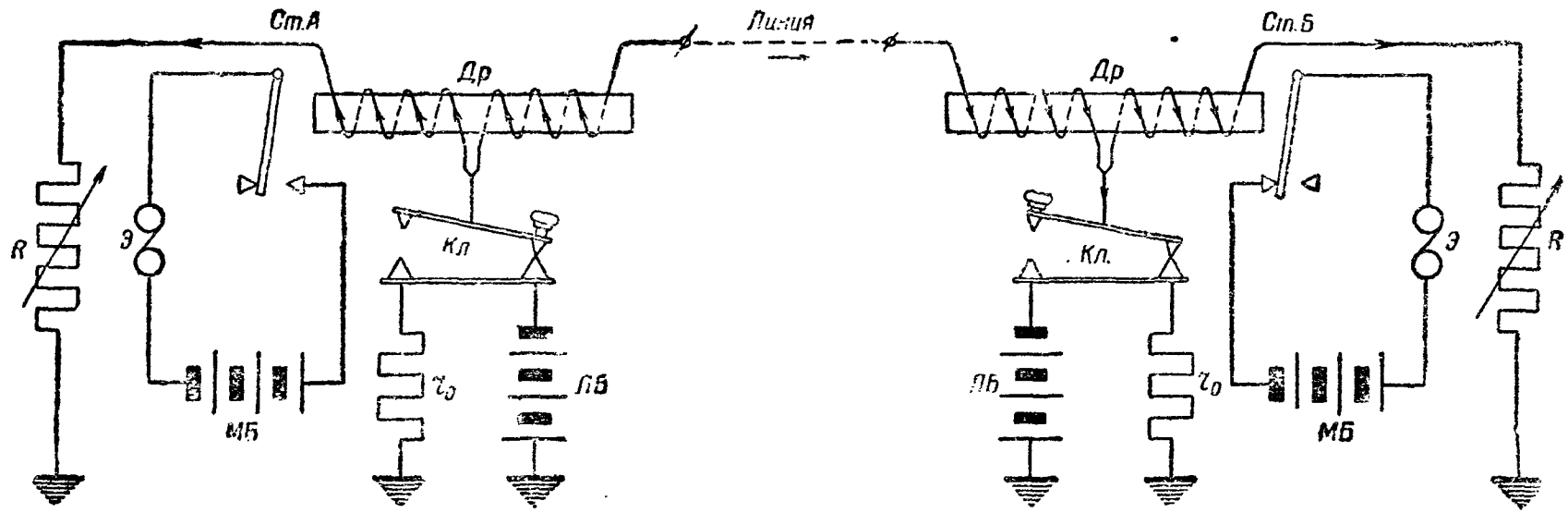


Рис. 228. Принципиальная схема однополюсного диференциального дуплекса

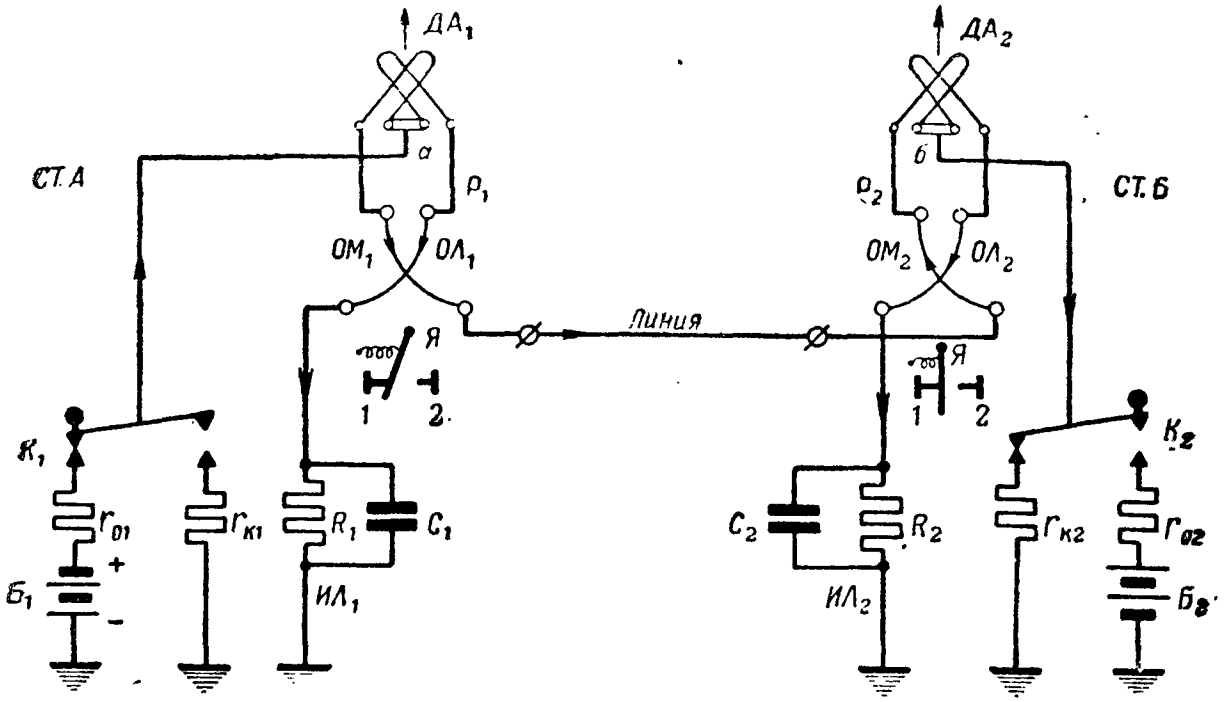


Рис. 229. Токопрохождение в схеме дуплекса, когда одна станция передает, а другая только принимает

В схеме рис. 229 возможны следующие случаи прохождения тока:

— когда одна станция передаёт, а вторая только принимает;

— когда обе станции передают одновременно одинаковые знаки;

— когда обе станции передают одновременно разные знаки;

— когда одна станция передаёт, а ключ на другой станции находится в равновесии (в промежуточном положении, не касаясь ни одного из контактов).

Токопрохождение по схеме, когда одна станция передаёт, а другая только принимает. Пусть станция *А* передаёт, а станция *Б* принимает, тогда прохождение тока по схеме будет следующим (рис. 229): плюс $Б_1$, r_{01}, передний контакт ключа $К_1$, точка *а*. В точке *а* ток разветвится на две равные части: одна часть тока пойдёт от точки *а* в линию, а вторая часть тока пойдёт через $ИЛ_1$ к минусу батареи $Б_1$.

Цепь линейного тока: точка *а*, линейная обмотка $ДА_1$, обмотка $ОЛ_1$ реле $Р_1$, линия, обмотка $ОЛ_2$ реле $Р_2$, линейная обмотка $ДА_2$, точка *б*. В точке *б* ток снова разветвится на две части: одна часть тока пройдёт через задний контакт ключа $К_2$, $r_{к2}$ и в землю; вторая часть тока пройдёт местную обмотку $ДА_2$, обмотку $ОМ_2$ реле $Р_2$, $ИЛ_2$ и тоже уйдёт в землю. Токи, прошедшие через задний контакт ключа $К_2$ и $ИЛ_2$ станции *Б*, возвратятся землёй на станцию *А* к минусу батареи $Б_1$ (минус $Б_1$ заземлён).

Цепь местного тока станции *А*: точка *а*, местная обмотка $ДА_1$, обмотка $ОМ_1$ реле $Р_1$, $ИЛ_1$ и далее к минусу батареи $Б_1$.

Прохождение тока по цепям схемы отмечено стрелками. Из схемы токопрохождения видно, что токи, равные по величине, прошли по обмоткам $ОЛ_1$ и $ОМ_1$ реле $Р_1$ в одном направлении (сверху вниз), благодаря чему общий результирующий магнитный поток в реле $Р_1$ будет равен нулю, сердечник реле намагничен не будет и якорь *Я* останется в покое, т. е. у контакта *1*. Иначе говоря, реле $Р_1$ не замкнёт цепь приёмника станции *А*, который включён между якорем *Я* и контактом *2* реле $Р_1$, т. е. на станции *А* записи знака на приёмнике не будет. Посмотрим, что же произойдёт на станции *Б*. По обмоткам $ОЛ_2$ и $ОМ_2$ реле $Р_2$ токи прошли в разных направлениях (по обмотке $ОЛ_2$ снизу вверх, а по обмотке $ОМ_2$ сверху вниз), следовательно, общий результирующий магнитный поток реле $Р_2$ не будет равен нулю и намагнитит сердечник реле, последний притянет к себе якорь *Я*, который перейдёт от контакта *1* к контакту *2*.

Так как приёмник включён в цепь между якорем *Я* и контактом *2* реле $Р_2$ станции *Б*, то цепь его будет замкнута и приёмник запишет знак, переданный со станции *А*.

Токопрохождение по схеме, когда обе станции одновременно передают одинаковые знаки. При телеграфировании возможны два случая включения батареи:

1) когда батареи включены на обеих станциях одноимёнными полюсами;

2) когда батареи на станциях включены разноимёнными полюсами.

1. Токопрохождение по схеме, когда батареи включены одноимёнными полюсами, показано на рис. 230.

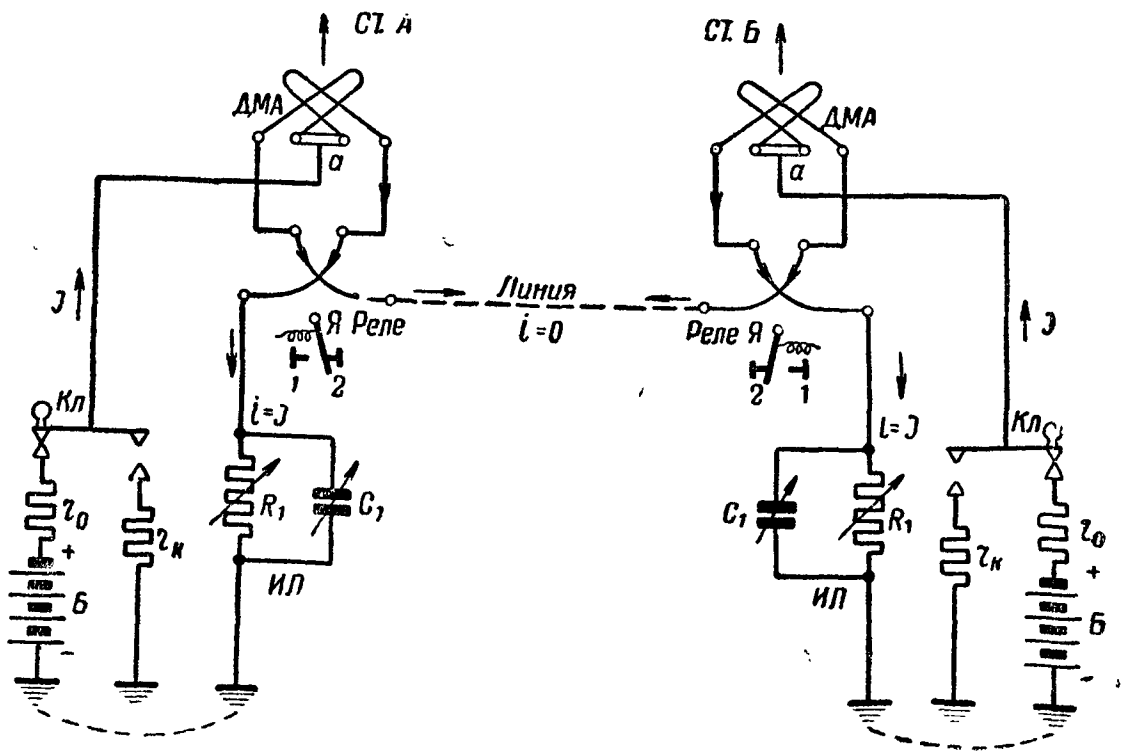


Рис. 230. Токопрохождение в схеме дуплекса, когда обе станции передают одновременно один знак

Цепи тока:

Цепь тока на станции *А*: $+Б$, r_0, передний контакт ключа *Кл*, точка *а*, местная обмотка *ДМА*, местная обмотка реле, R_1 и далее к минусу батареи станции *А*.

Цепь тока на станции *Б*: $+Б$, r_0, передний контакт ключа *Кл*, точка *а*, местная обмотка *ДМА*, местная обмотка реле, R_1 и далее к минусу батареи станции *Б*. От точек *а* станций *А* и *Б* токи в линию не пойдут, так как они направлены навстречу друг другу. Следовательно, тока в линии не будет, не будет тока и в линейных обмотках реле, так как они соединены последовательно с линией. По местным обмоткам реле пройдут токи $i = I$, сердечники реле будут намагничены и притянут якори *Я* к контактам *2*. Приёмники обеих станций в этом случае сработают и запишут знаки (точку или тире), переданные станциями *А* и *Б*. Распределение токов в схеме отмечено на рис. 230 стрелками.

2. Токопрохождение по схеме, когда батареи на станциях *А* и *Б* включены разноимёнными полюсами. Схема остаётся такой же, как это дано на рис. 230, но батарея на станции *Б* (или на станции *А*) включена не плюсом, а минусом. Рассмотрим распределение токов в этом случае.

Цепь тока на станции *А*: $+Б$, r_0, передний контакт ключа *Кл*, точка *а*. Здесь ток разветвится, одна часть его пойдёт по местным обмоткам *ДМА* и реле, на сопротивление R_1 и далее к минусу батареи *Б* станции *А*; другая часть тока пойдёт по линейной обмотке *ДМА*, линейной обмотке реле станции *А*, линии, линейным обмоткам реле и *ДМА* станции *Б*, в точку *а* станции *Б*. Здесь плюсовой ток станции *А* складывается с током батареи станции *Б*, проходит батарею станции *Б* и далее землёй возвращается на станцию *А*.

Цепь тока на станции *Б*: $+Б$, земля, сопротивление R_1, местная обмотка реле, местная обмотка *ДМА*, точка *а* и далее через ключ *Кл*, r_0 к минусу батареи *Б* станции *Б*.

Как видим, в линии ток будет равен $2i$, так как линейная цепь находится под напряжением обеих батарей станций *А* и *Б*, которые через линию соединяются последовательно. В местных же цепях станций *А* и *Б* будет проходить ток, равный i, т. е. в два раза меньший, нежели в линейной цепи. Благодаря такому распределению токов реле станций *А* и *Б* сработают от результирующего тока, равного i, замкнут цепи своих приёмников и последние запишут знаки, переданные со станций *А* и *Б*.

Токопрохождение по схеме, когда обе станции одновременно передают разные знаки. При дуплексной работе между станциями *А* и *Б* во время передачи может быть самое разнообразное положение ключей. Допустим, что станция *А* передаёт букву А, а станция *Б* передаёт букву Н.

Рассмотрим работу станций при помощи графика записи знаков (рис. 231), где цифрами обозначены моменты нажатия ключей обеих станций.

Первый момент (I). Ключи на обеих станциях нажаты. Тока в линии и линейных обмотках реле в этот момент нет и знаки будут записаны на каждой из станций токами своих батарей. В этот момент на станции *А* записывается первая треть тире буквы Н, а на станции *Б* записывается точка буквы А.

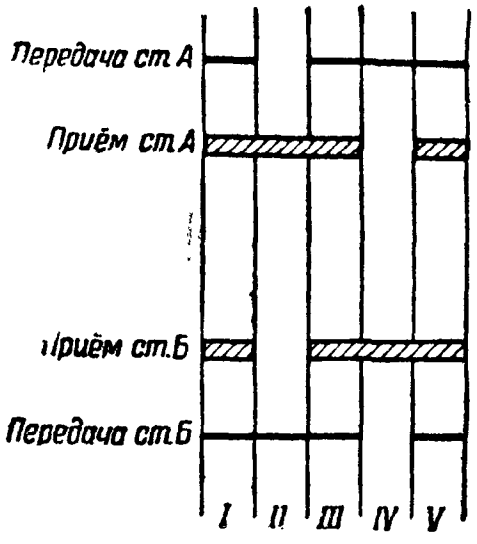


Рис. 231. График записи знаков при передаче станциями разных знаков

Второй момент (II). На станции *А* ключ поднят, а на станции *Б* ключ остаётся нажатым.

В этот момент на станции *А* записывается вторая часть тире буквы Н за счёт батареи станции *Б*. На станции *Б* схема уравновешена и никакой записи, конечно, в этот момент не будет (интервал между точкой и тире буквы *А*).

Третий момент (III). Ключи на обеих станциях нажаты. Тока в линии нет. Знаки на обеих станциях записываются за счёт своих батарей. В этот момент на станции *А* записывается последняя треть тире буквы Н, а на станции *Б* записывается первая треть тире буквы А.

Четвёртый момент (IV). На станции *Б* ключ поднят, а на станции *А* нажат. В этот момент на станции *А* схема уравновешена, и никакой записи нет (интервал между тире и точкой буквы Н). На станции *Б* записывается вторая треть тире буквы А за счёт батареи станции *А*.

Пятый момент (V). Ключи на станциях *А* и *Б* нажаты, знаки на обеих станциях записываются за счёт своих батарей. В линии тока нет. На станции *А* в этот момент записывается точка буквы Н, а на станции *Б* записывается последняя треть тире буквы А.

Разумеется, что если бы мы подобным образом стали рассматривать работу станций при передаче других знаков, то получили бы такой же результат.

Токопрохождение, когда станция *А* передаёт, а ключ на станции *Б* находится в равновесии. Прохождение тока для этого случая показано стрелками на схеме рис. 232. Поскольку ключ на станции *Б* находится в равновесии, на станции *А* токи распределятся несколько иначе, чем это было показано на схемах рис. 229 и 230. Действительно, теперь ток не может пройти через задний контакт ключа станции *Б*, так как здесь цепь разомкнута. Это значит, что весь ток, приходящий с линии на станцию *Б*, должен пройти через сопротивление искусственной линии, которое значительно больше сопротивления, включённого между задним контактом ключа и землёй.

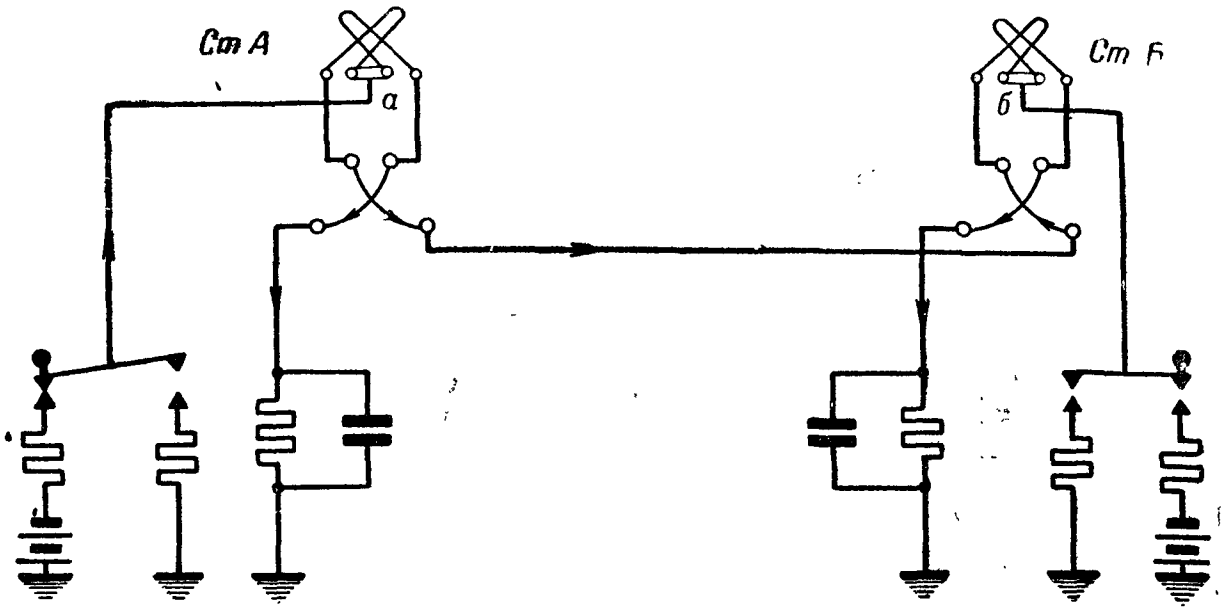


Рис. 232. Токопрохождение в схеме дуплекса, когда одна станция передаёт, а на другой станции ключ находится в равновесии.

Грубо говоря, ток в местной обмотке реле станции *А* для этого случая будет раза в два больше тока в линейной обмотке, так как в линейную цепь в данном случае включается сопротивление балансной линии станции *Б*. На первый взгляд кажется, что в этом случае якорь реле будет переброшен к рабочему контакту. Но этого не происходит потому, что время перехода ключа от одного контакта к другому очень мало (около 2—4 миллисекунд), и ток не успевает достигнуть значения срабатывания. Всё же этот случай отрицательно сказывается на работе. Он проявляется на станции *А* тем заметнее, чем больше переходное время ключа и чем короче линия.

На станции *Б* это переходное положение ключа почти не сказывается, так как весь ток проходит последовательно по обеим обмоткам реле этой станции, ампер-витки будут достаточны (фактически они не уменьшатся) и реле сработает и запишет знак правильно.

Принцип дуплексного телеграфирования токами двух направлений. Выше был разобран принцип работы диференциального дуплекса для аппаратов, работающих током одного направления. Принципиальная схема работы токами двух направлений («+» и «—») приведена на рис. 233. Работа по этой схеме такова, что при отсутствии передачи на обеих станциях тока в линии нет, а протекающий по местным обмоткам минусовый ток держит якорь реле у холостого контакта. При работе одной из станций на другой станции якорь реле будет перебрасываться к рабочему контакту за счет увеличившегося в линейной обмотке данной станции тока. При одновременном нажатии ключей ток в линии прекращается; в местных же обмотках будет протекать ток, но теперь уже от положительного полюса батареи, который и заставит якори реле обеих станций перебросится к рабочим контактам, от чего срабатывают приёмники обеих станций.

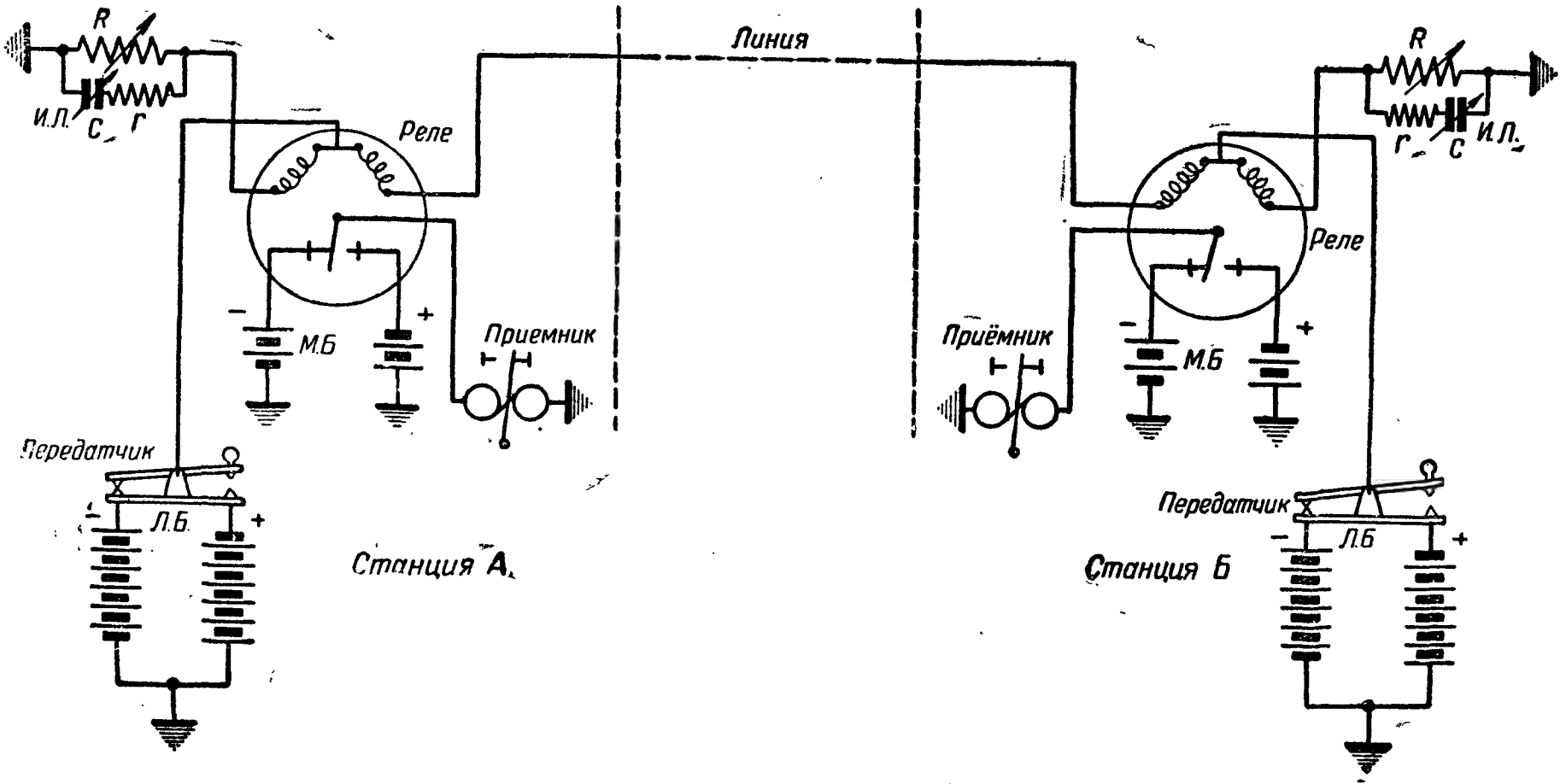


Рис. 233. Принципиальная схема двухполюсного диференциального дуплекса

§ 73. «ИСКУССТВЕННАЯ ЛИНИЯ» В СХЕМАХ ДУПЛЕКСА И ПОДБОР БАЛАНСА

Общие сведения об «искусственных линиях»

Как известно, всякая линия связи, в том числе и телеграфная, обладает омическим сопротивлением, ёмкостью, индуктивностью и проводимостью изоляции.

Выше мы видели, что дуплексные схемы работают правильно только при том условии, если естественная линия уравновешивается линией искусственной (ИЛ). Только при этом условии реле или приёмники дуплексных станций не будут срабатывать при работе своих передатчиков.

Так как естественная линия обладает сопротивлением, ёмкостью, индуктивностью и проводимостью изоляции, то, вообще говоря, и ИЛ должна быть составлена в точном соответствии с данными естественной линии; идеальная ИЛ должна давать зеркальное отображение естественной линии. Но, как показывает теория и практика, ИЛ может быть несколько упрощена. Действительно, на дальних линиях, как известно, преобладает ёмкость, следовательно, такой величиной, как индуктивность, можно пренебречь. Иначе говоря, в ИЛ ставить катушки индуктивности нет надобности. Рассмотрим теперь вопрос о проводимости изоляции. На первый взгляд кажется, что раз естественная линия обладает проводимостью изоляции, то ею должна обладать и ИЛ. Однако в ИЛ её не вводят. Проводимость изоляции характеризуется наличием на линии обычно большого омического сопротивления (сопротивления изоляции), включённого параллельно омическому сопротивлению провода. Таким образом, сопротивление изоляции влияет в основном на величину омического сопротивления провода. Поэтому сопротивление изоляции, имеющееся на естественной линии, в ИЛ не вводят.

Итак, мы пришли к выводу, что для уравновешивания дуплексных схем в ИЛ необходимо и достаточно иметь только омическое сопротивление и ёмкость. Иначе говоря, всякая ИЛ, применяющаяся в дуплексных схемах, должна иметь омический и ёмкостный балансы.

Составные части ИЛ и их назначение. Омический баланс служит для уравновешивания омического сопротивления естественной линии и приборов другой станции. Обычно омический баланс представляет собой или магазин сопротивления, или реостат той или иной конструкции, сопротивление которого можно менять в соответствии с сопротивлением естественной линии.

Ёмкостный баланс ИЛ служит для уравновешивания ёмкости естественной линии, иначе говоря, количество электричества, затрачиваемое на заряд естественной линии, должно быть уравновешено таким же зарядом на ИЛ.

Ёмкостный баланс конструируется в виде магазина конденсаторов, допускающего изменение величины ёмкости при подборе

ёмкостного баланса. Емкость магазина составляется из конденсаторов обычного телефонного типа с ёмкостями от 0,1 до нескольких микрофарад. Общая ёмкость ИЛ берётся 7—8 *мкф*.

Способы подбора балансов в искусственной линии. Мы уже отметили значение ИЛ в схемах дуплекса. Рассмотрим теперь способы подбора (регулировки) как омического, так и ёмкостного балансов искусственной линии. Известны три способа регулировки баланса, а именно:

— русский способ;
— английский способ;
— американский способ.

Русский способ. Русским способом регулировки баланса называют такой способ, при котором регулировка производится по входящим точкам. При этом способе противоположная станция даёт «точки», а станция, подбирающая баланс, изменяя сопротивление реостата (омического баланса), добивается такого положения, при котором стрелка дифференциального МА будет стоять на нуле. Добившись нулевого положения стрелки, периодически нажимают и отпускают ключ и подбирают ёмкостный баланс ИЛ, пока стрелка не будет стоять на нуле, независимо от положения своего ключа.

При регулировке баланса по русскому способу баланс получается всегда точный, равный сопротивлению рабочей цепи, так как регулировка производится в рабочих условиях. Как правило, баланс, подобранный таким образом, в поправках не нуждается. Однако русский способ при подборе ёмкостного баланса ИЛ даёт меньшую точность, нежели английский или американский способы. Русский способ подбора балансов обычно употребляется для уточнения баланса после подбора его по английскому и американскому способам.

Английский способ. Для подбора баланса соседняя станция ставит переключатель на реостат. Омический баланс подбирается при нажатом ключе. При подборе баланса стрелка дифференциального миллиамперметра должна стать на нуль. После подбора омического баланса приступают к подбору ёмкости, для чего отрывисто нажимают и отпускают ключ и, изменяя величину ёмкости и компенсационных сопротивлений, добиваются, чтобы стрелка миллиамперметра отклонялась от нуля минимально и одинаково в обе стороны. После подбора баланса этим способом следует сделать поправку (добавку) на сопротивление контактов реле в пределах 100—200 *ом*, так как сопротивление контактов реле увеличивается во время его работы за счёт неплотного прилегания язычка реле к контактным винтам и вибрации язычка у контактов.

Американский способ. При спокойном положении ключа на соседней станции стрелка дифференциального миллиамперметра отклонена, или, как говорят, стоит на «ложном нуле»; она показывает величину входящего тока с соседней станции.

Если баланс подобран неверно, то при нажатии ключа на своей станции стрелка миллиамперметра, за счёт неравномерного распределения исходящего тока в обмотках его, отклонится либо в сторону большего, либо в сторону меньшего числа делений по отношению к положению при ненажатом ключе. Например, если сопротивление балансной линии меньше, чем сопротивление линии, то при нажатом ключе стрелка миллиамперметра отклонится в сторону меньшего числа делений, и наоборот. Последовательность подбора баланса та же, что и при английском способе, т. е. сначала подбирают омический баланс, а затем ёмкость и сопротивление компенсационных реостатов.

При данном способе также необходимо внести поправку в балансную линию на сопротивление контактов.

§ 74. ДУПЛЕКСНОЕ ТЕЛЕГРАФИРОВАНИЕ НА АППАРАТАХ СТ-35

Дифференциальный дуплекс на аппаратах СТ-35 можно осуществить или по схемам рис. 234а и б или по схеме рис. 235.

Как видно из схемы рис. 234а, для получения контроля своей работы электромагнит передающего аппарата включён последовательно со своим передатчиком. Для приёма работы соседней станции используется второй (приёмный) аппарат, электромагнит которого включён в цепь якоря линейного дифференциального реле.

В данной схеме ток при передаче проходит обмотки передающего реле и обмотки электромагнита СТ-35 (передающего аппарата), за счёт чего и будет получаться контроль своей работы.

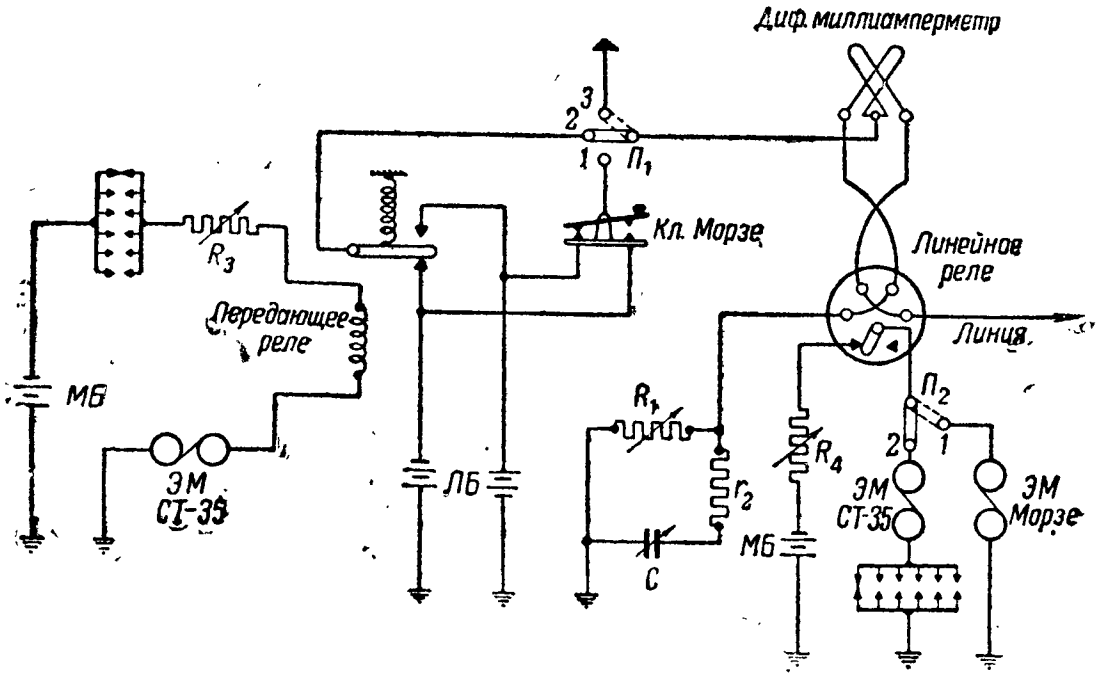


Рис. 234а. Дуплексная схема аппарата СТ-35 с контролем своей передачи

Сопротивления R_3 и R_4 в местных цепях передающего и приёмного аппаратов СТ-35 подбираются таким образом, чтобы получалась требуемая сила тока (45—50 *ма*) при напряжении 80—100 *в*. Надо иметь в виду, что в этой схеме передающее реле, будучи включено последовательно с электромагнитом СТ-35, который требует силу тока 45—50 *ма*, будет работать при силе тока выше нормальной.

Существенным отличием схемы, изображённой на рис. 234б, от схемы, представленной на рис. 234а, является то, что здесь для контроля работы применено отдельное контрольное реле (поляризованное), включённое через сопротивление параллельно обмоткам линейного реле.

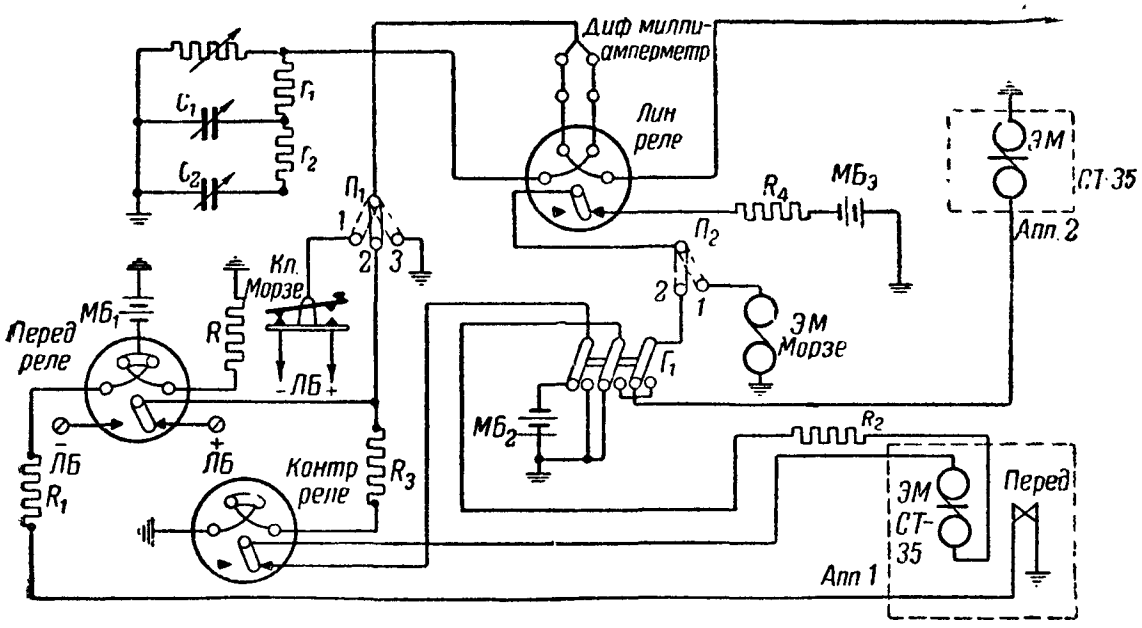


Рис. 234б. Дуплексная схема аппарата СТ-35 с контрольным реле

Рассмотрим токопрохождение по этой схеме (рис. 234б).

При передаче: ток от плюса $МБ_1$ подходит к диференциальной точке передающего реле и дальше идёт по двум цепям. Первая цепь: обмотка передающего реле, сопротивление R, земля и $-МБ_1$; вторая цепь: вторая обмотка передающего реле, сопротивление R_1, замкнутый контакт передатчика и через землю к $-МБ_1$. Обычно $R_1 = \frac{R}{2}$.

В результате ток во второй цепи будет больше, чем в первой, и якорь передающего реле перейдёт к контакту работы (правому). В этом случае получим следующие три цепи. Первая цепь: $+ЛБ$, якорь передающего реле, переключатель $П_1$, диференциальная точка миллиамперметра, линейные обмотки миллиамперметра и линейного реле и линия; вторая цепь: $+ЛБ$, якорь передающего реле, переключатель $П_1$, диференциальная точка миллиамперметра, местные обмотки тех же приборов, искусственная линия и земля;

третья цепь: $+ЛБ$, якорь передающего реле, сопротивление R_3, обмотки контрольного реле и земля.

Если с соседней станции поступает ток работы, то в случае правильно подобранной искусственной линии якорь линейного реле за счёт тока в местной его обмотке будет находиться у контакта работы (правого). При прохождении тока указанного направления по обмоткам контрольного реле последнее срабатывает, и якорь его будет переброшен к контакту работы (правому), вследствие чего получим следующую цепь: $+МБ_2$, левая ламель переключателя $П_1$, контакт и якорь контрольного реле, электромагнит аппарата *1*, сопротивление R_2, средняя ламель переключателя $П_1$, земля и $-МБ_2$. В результате такого прохождения сработает электромагнит аппарата *1* и тем самым будет осуществлён контроль своей работы.

При приёме: как и в схеме, изображённой на рис. 234а, положение якоря линейного реле будет зависеть от направления входящих с линии импульсов. Если с линии придёт ток работы (плюс), то якорь линейного реле перейдёт к контакту работы (правому) и тем самым замкнёт следующую цепь: $+МБ_3$, сопротивление R_4, якорь линейного реле, переключатель $П_2$, правая ламель переключателя $П_1$, обмотки электромагнита аппарата *2*, земля и $-МБ_3$. Прохождение тока по этой цепи вызовет срабатывание электромагнита аппарата *2* (приёмного) и отпечатывание принимаемого знака.

Вхождение в связь при дуплексе СТ-35. Перед началом работы с соседней станцией необходимо проверить работу аппарата «на себя». Для этой цели подают питание в линейную и местную цепи переключатели $П_1$ и $П_2$ ставят в положение для работы аппарата Морзе, линию из обмотки линейного реле выключают, а на реостате искусственной линии включают такое сопротивление, чтобы миллиамперметр показывал отклонение стрелки в 20—25 *ма*.

При работе ключом по стрелке миллиамперметра проверяют посылки тока от обоих полюсов линейной батареи; в этом случае при нажатии ключа стрелка миллиамперметра должна отклоняться в одну сторону, при отпускании — в другую.

Далее, манипулируя ключом, проверяют работу электромагнита Морзе. Токопрохождение при работе ключом будет следующее: при нажатии ключа ток от $+ЛБ$ идёт на передний контакт ключа, его среднюю точку, в переключатель $П_1$, местные обмотки дифференциального миллиамперметра и реле, искусственную линию и в землю (линейная сторона выключена). Линейное реле сработает, его якорь перебросится к рабочему контакту и замкнет цепь тока: $+МБ_3$, сопротивление R_4, контакт и якорь линейного реле, переключатель $П_2$, электромагнит Морзе и через землю к $-МБ_3$.

После проверки схемы ключом Морзе производится проверка работы «на себя» аппарата СТ-35, для чего переключатели $П_1$ и $П_2$ ставятся в положение *2*. В этом случае работа передатчика

аппарата СТ-35 должна получаться в схемах с контролем своей передачи как на контрольном, так и на приёмном аппаратах, а в схеме без контроля работы — только на приёмном аппарате.

Убедившись в исправности схемы, линию включают в линейную обмотку диференциального реле и подбирают баланс искусственной линии, переведя для этой цели переключатели $П_1$ и $П_2$ в положение для работы аппаратом Морзе (переключатели ставятся на контакты *1*).

Подбор баланса обычно осуществляется английским или американским способом с проверкой (уточнением) по русскому способу (§ 85).

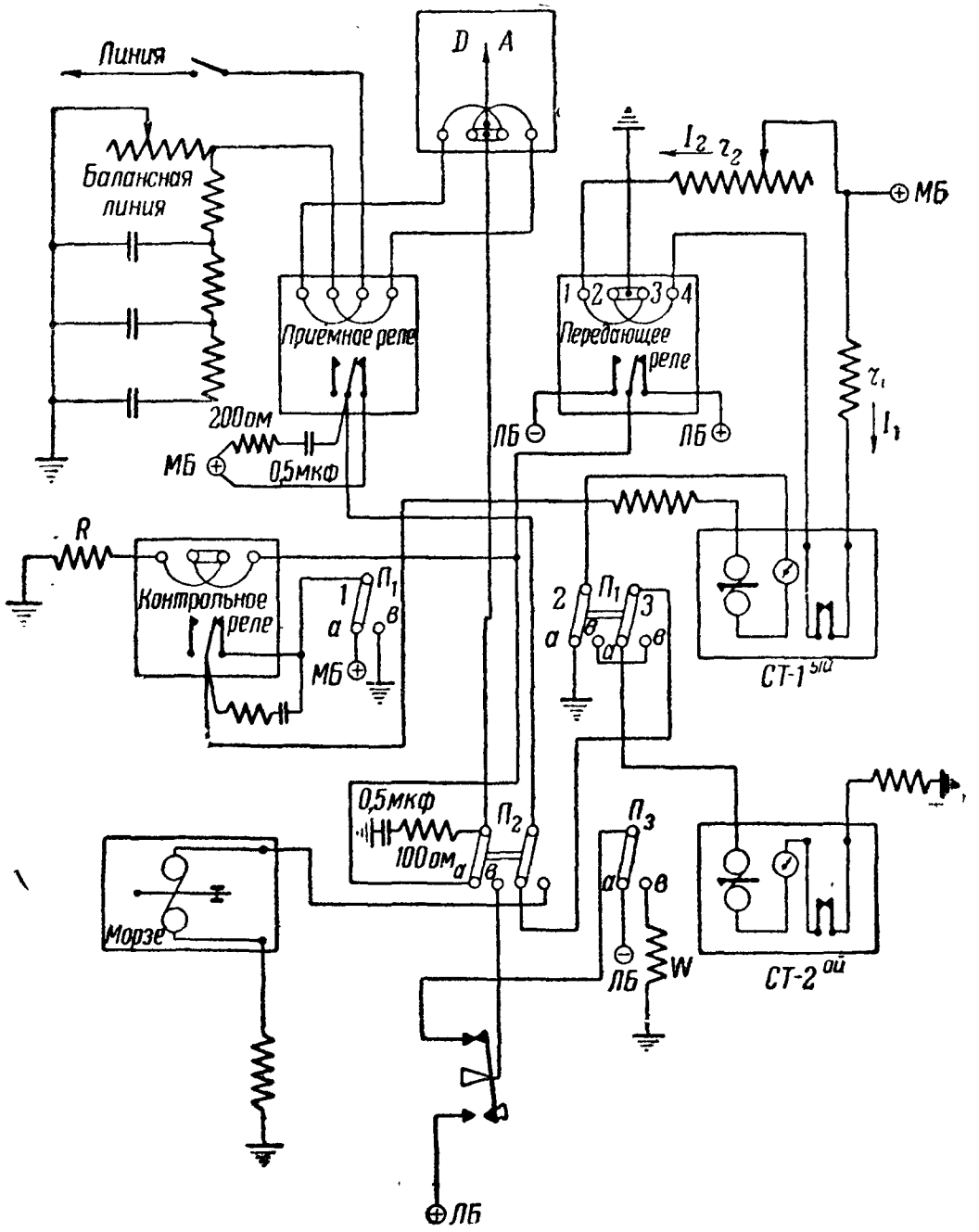


Рис. 235. Схема дуплекс-полудуплекс с аппаратами СТ-35

Работа аппарата СТ-35 дуплексом с контрольным реле. Чтобы аппарат СТ-35 мог устойчиво работать дуплексом, необходимо включить его или совместно со специальным дуплексным прибором (например, типа ДП-43) или составить специальную дуплексную схему с контрольным реле (реле, балансная линия и т. д.). На рис. 235 приведён один из вариантов схемы, зарекомендовавшей себя в эксплоатации и обеспечивающей дуплексную (и полудуплексную) устойчивую работу аппарата СТ-35 с контролем своей передачи. Для составления схемы по рис. 235 необходимо иметь: три реле (например, Присса), которые используются в схеме как передающее, приёмное и контрольное; балансную линию; дифференциальный миллиамперметр *ДА*; четыре переключателя ($П_1$, $П_2$ и т. п.); набор монтажных деталей (сопротивления, реостаты, конденсаторы и др.). В схеме используются два аппарата СТ-35, из них один является передающим, а второй приёмным. Для настройки схемы (подбор баланса и др.) в схеме предусмотрен один аппарат Морзе.

§ 75. ДУПЛЕКСНЫЙ ПРИБОР ДП-43

Дуплексный прибор ДП-43 имеет дифференциальную схему. Прибор ДП-43 может устанавливаться как на оконечных станциях, так и на дуплексных трансляциях.

Полукомплект ДП-43 представляет собой самостоятельный прибор, по которому можно осуществить дуплексную связь, используя любой телеграфный аппарат (Морзе, СТ-35, Бодо). На трансляциях надо устанавливать два полукомплекта, чтобы составить одну дуплексную трансляцию.

С прибором ДП-43 по постоянным воздушным линиям может быть установлена дуплексная связь на следующие расстояния:

а) до 500 *км*, при диаметре стального провода 4 *мм*;
б) до 600 *км*, при диаметре стального провода 5 *мм*;
в) до 700 *км*, при диаметре бронзового провода 4 *мм*.

По составным линиям дальность связи определяется в зависимости от сопротивления линии, которое не может превышать 5 000 *ом* при общей ёмкости линии 5,4 *мкф*.

Прибор имеет небольшие габариты и вес, что делает его пригодным для применения в полевых условиях. Каждый полукомплект ДП-43 смонтирован в переносном ящике размером 530 × 340 *мм*. Ящик имеет открывающуюся переднюю стенку и съёмную верхнюю крышку.

На передней (лицевой) панели прибора смонтированы следующие детали (рис. 236):

— реостат искусственной линии R_0;
— блоки конденсаторов искусственной линии C_1 и C_2;
— компенсационные сопротивления R_1 и R_2;
— реостат контрольного миллиамперметра $R_к$;
— переключатель «Трансл. СТ-35»;

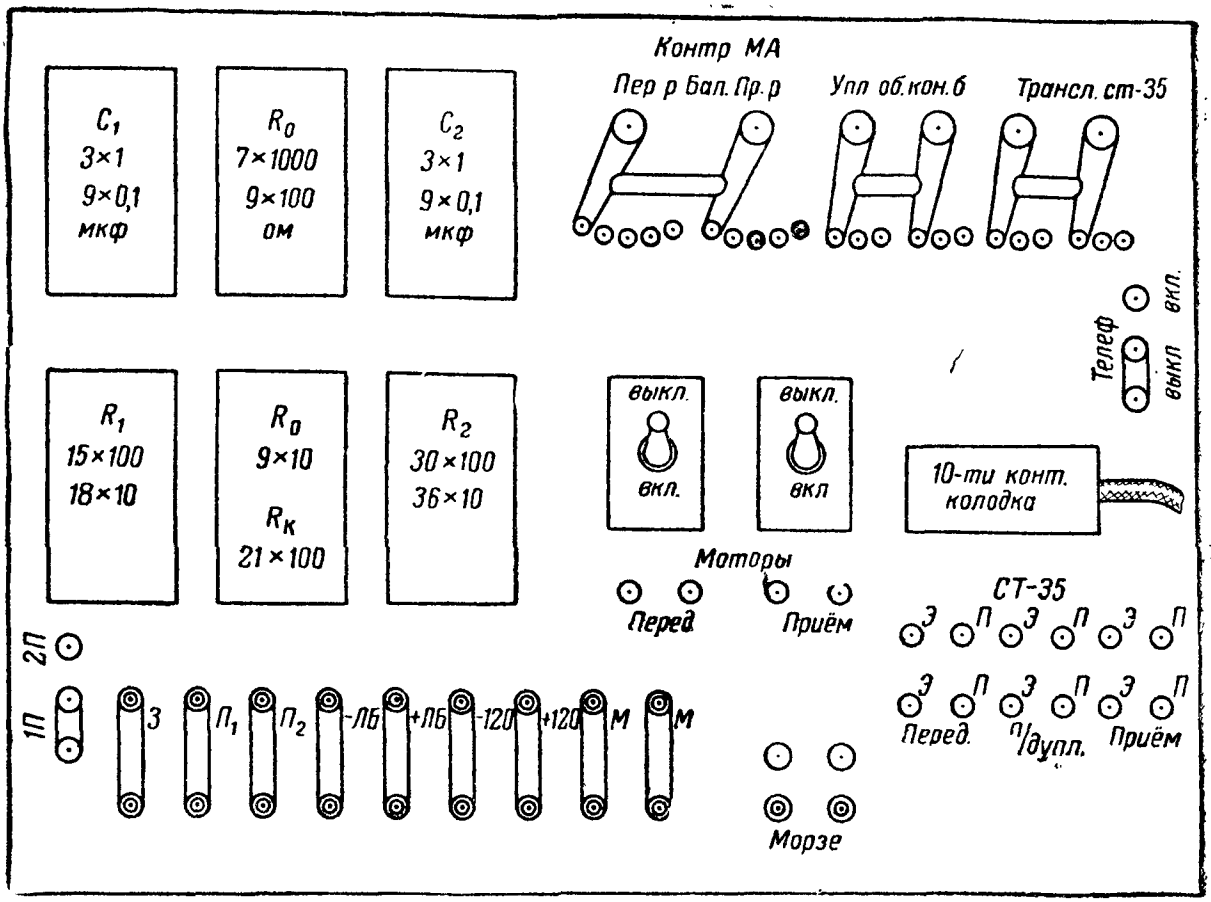


Рис. 236. Передняя панель дуплексного прибора ДП-43

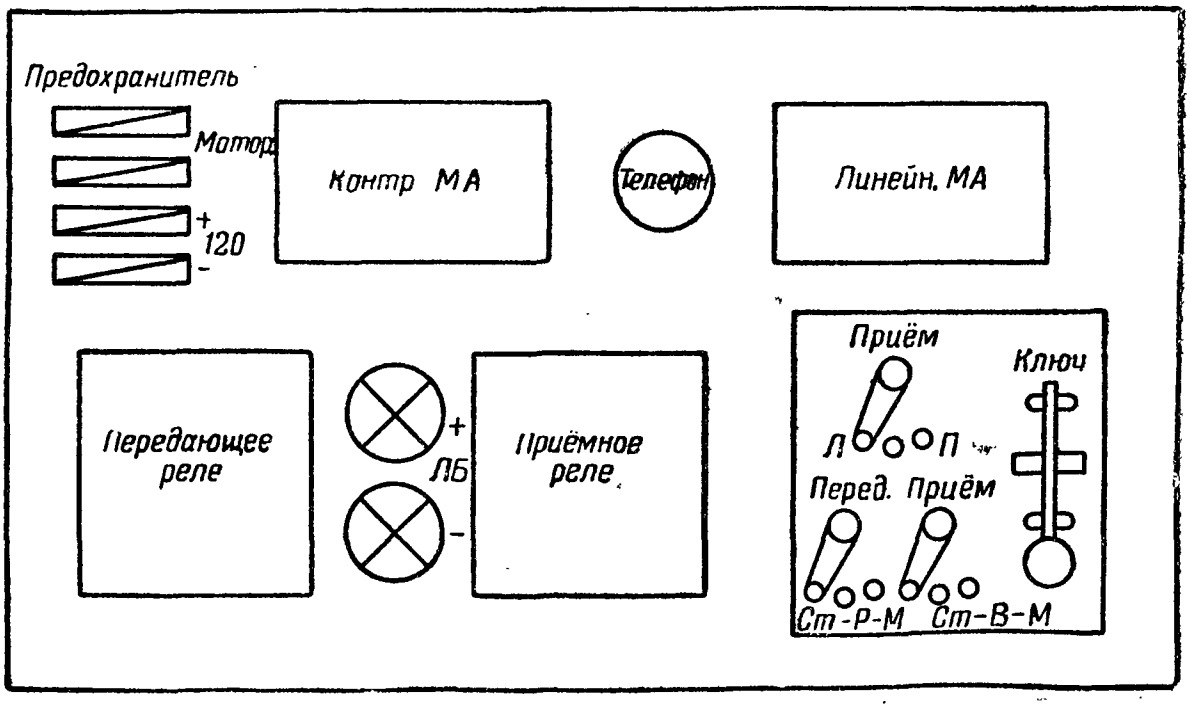


Рис. 237. Верхняя панель дуплексного прибора ДП-43

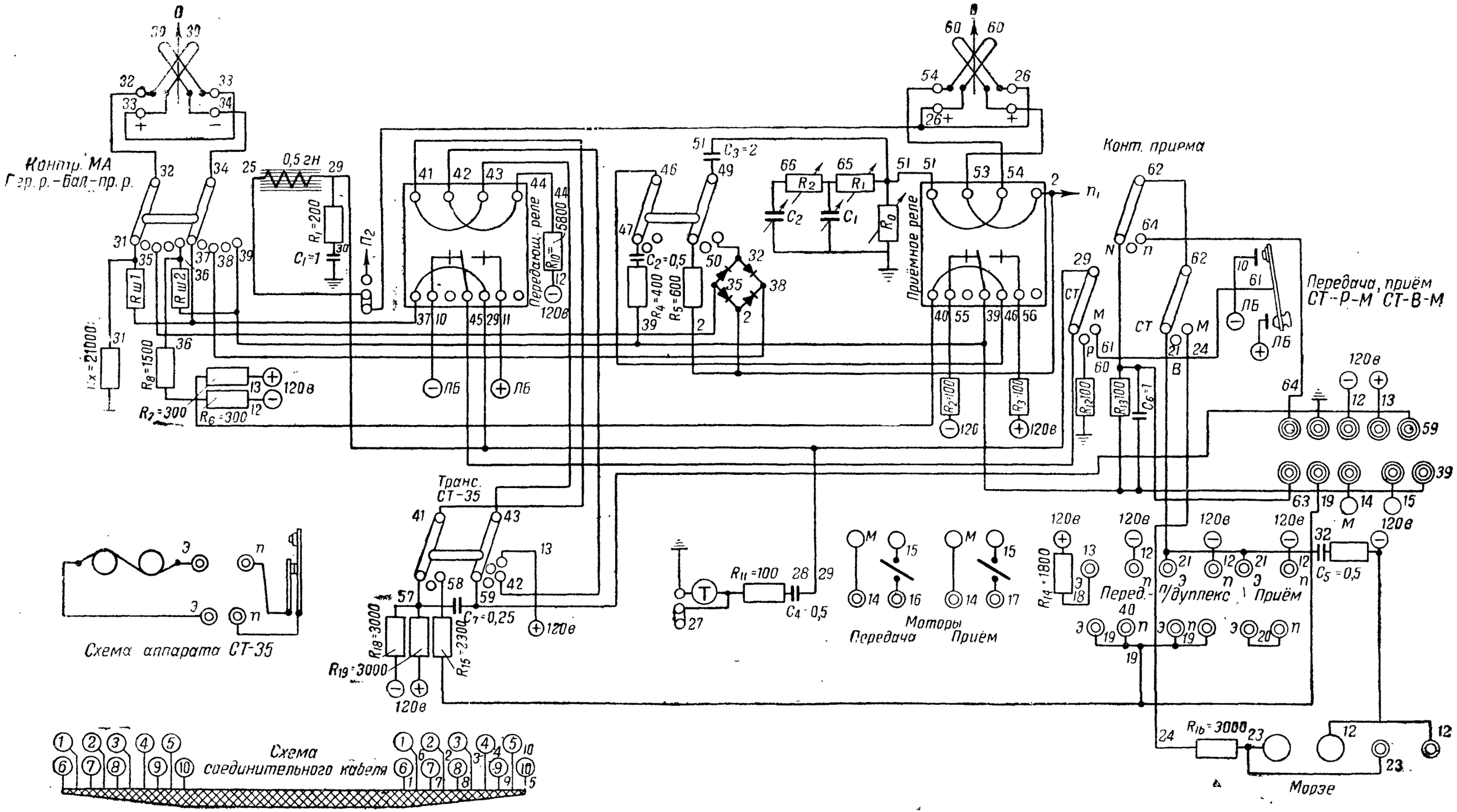


Рис. 238. Схема прибора ДП-43

— переключатель контрольного миллиамперметра;
— выключатели (тумблеры) моторных цепей;
— гнёзда для кабельных колодок, соединяющих два полукомплекта между собой;
— переключатель-перемычка для включения контрольного телефона;
— переключатель-перемычка «1П-2П» для перехода с дуплексной связи на каналы тонального телеграфирования;
— зажимы (борны) для подключения земли, проводов от линий и батарей питания;
— гнёзда для подключения аппаратов Морзе и СТ-35.

На верхней панели прибора смонтированы следующие приборы и детали (рис. 237):
— контрольный миллиамперметр;
— линейный миллиамперметр;
— две колодки для реле — одна для передающего, другая для приёмного;
— ключ-манипулятор с тремя переключателями;
— две предохранительные лампы в цепях плюсовой и минусовой линейных батарей;
— предохранители местных и моторных цепей.

Все остальные детали смонтированы внутри прибора, там же расположены монтажные провода, соединяющие все детали и части, входящие в ДП-43.

Схема прибора ДП-43 показана на рис. 238.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните достоинства и недостатки дуплексного способа телеграфирования.
2. Объясните принцип работы диференциального реле.
3. Покажите прохождение тока по схеме рис. 229, когда одна станция передает, а вторая принимает.
4. Покажите прохождение тока по схеме рис. 230, когда обе станции и передают и принимают.
5. Объясните назначение искусственной линии в схеме дуплексного телеграфирования.
6. Перечислите способы настройки баланса в ИЛ и в чём отличие их друг от друга.

ГЛАВА XI

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ТЕЛЕГРАФНЫХ ЦЕПЕЙ И ИХ РАСЧЁТ

§ 76. ТИПЫ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ

Телеграфная цепь должна питаться постоянным током, который можно получить от различных источников. Для питания телеграфных цепей применяются: первичные элементы, аккумуляторы (или вторичные элементы) и динамомашины постоянного тока. От элементов и аккумуляторов питают током линейные и местные цепи, а от динамомашин — главным образом моторные цепи телеграфных аппаратов. Отметим, что моторные цепи телеграфных аппаратов СТ-35 можно питать и переменным током от сети или генератора с напряжением 120 *в*.

На военно-телеграфных станциях (ВТС) чаще всего применяют маломощные (до 5 *квт*) динамомашины постоянного тока, которые работают от двигателя внутреннего сгорания, составляя передвижной агрегат. Такие же агрегаты обычно используют для питания моторных цепей аппаратов СТ-35 и зарядки аккумуляторов на ВТС.

Из элементов наибольшее применение получили сухие элементы типа Лекланше и в меньшей мере — водоналивные элементы этого же типа.

Из аккумуляторов на ВТС применяются щелочные аккумуляторы различной ёмкости. Кислотные аккумуляторы применяются в редких случаях и то только на крупных ВТС. Для ВТС используют кислотные аккумуляторы автомобильного типа или танковые. Обычные кислотные аккумуляторы стационарного типа в стеклянных сосудах на ВТС неприменимы.

Для питания цепей аппаратов военно-телеграфных станций с числом аппаратов Морзе от одного до трёх (оконечные и промежуточные ВТС, небольшие узлы) обычно применяют первичные элементы. На станциях большой ёмкости, а также на станциях с буквопечатающими аппаратами применяют для питания линейных и местных цепей щелочные аккумуляторы, а питание моторных цепей производят и от аккумуляторов и от динамомашин или осветительных сетей (если последние есть в районе станции и их можно использовать).

Выбор того или иного варианта питания ВТС зависит от средств, которые имеет телеграфная станция.

Обычно питание телеграфных цепей производится (где это возможно и допускает система аппаратов и их схема) по принципу сверху вниз, т. е. ВТС высших соединений питает аппараты ВТС нижестоящих соединений. Однако это обстоятельство не снимает обязанности с нижестоящей станции иметь минимальное количество источников тока; они должны быть на каждой станции в резерве и всегда готовыми к действию (в случае отрыва от

вышестоящей станции, необходимости помочь энергией своих источников тока соседней станции и т. п.). Источники тока для ВТС должны:

1) иметь малый вес, объём и удобную форму;

2) быть постоянно готовыми к работе и допускать перевозку и переноску их без нарушения готовности к действию;

3) обладать постоянством электродвижущей силы и внутреннего сопротивления во время работы;

4) иметь возможно большее напряжение отдельных элементов, благодаря чему общие габариты телеграфной батареи уменьшаются;

5) обладать небольшим внутренним сопротивлением;

6) иметь возможно большую ёмкость элементов, что обеспечивает продолжительность их работы без замены или повторного заряда;

7) быть устойчивыми против короткого замыкания;

8) быть устойчивыми в работе при различных температурах.

Отдельными батареями питаются оконечные, промежуточные и контрольные станции Морзе, если по техническим соображениям их батареи должны участвовать в общей телеграфной цепи.

На крупных станциях, где устанавливается большое число аппаратов различных систем, питать каждую телеграфную цепь отдельной батареей невыгодно (требуется большое количество элементов или аккумуляторов). Поэтому телеграфные цепи крупных ВТС, как правило, питаются от общих аккумуляторных батарей.

Сила тока в цепях аппаратов различных систем неодинакова, поэтому надо уметь рассчитать батарею для питания телеграфных цепей. Ясно, что чем тщательнее рассчитан источник тока, тем экономичнее он будет расходоваться, а сила тока в цепи будет соответствовать нормальной, при которой аппарат работает более устойчиво.

В соответствии с расчётом выбираются те или иные источники тока для питания телеграфных цепей.

Прежде чем перейти к расчёту батарей, кратко рассмотрим принцип работы и устройство наиболее распространённых источников питания — элементов типа Лекланше (сухие и водоналивные) и щелочных аккумуляторов.

§ 77. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Гальванический элемент является одним из простых и дешёвых источников тока, поэтому он имеет большое распространение.

Впервые гальванический элемент был построен Александром Вольта в 1799 г. С этого времени, собственно, и следует считать начало развития источников питания.

Действие гальванических элементов основано на химических процессах, происходящих внутри элемента. Во время этих процессов химическая энергия веществ, введённых в элемент, превращается в энергию электрическую.

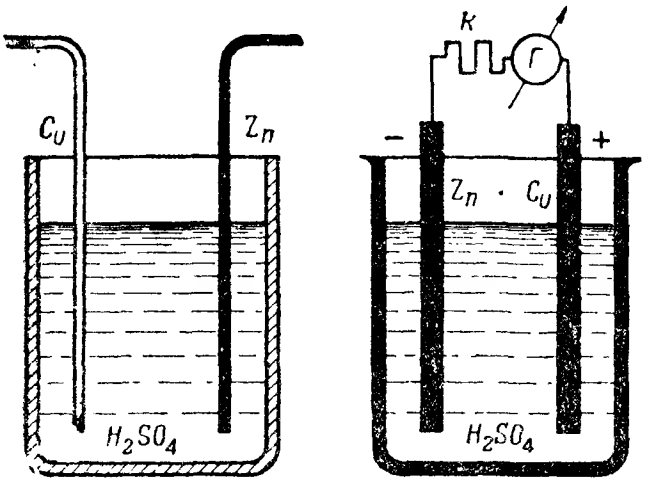


Рис. 239. Схема простейшего гальванического элемента

Простейший гальванический элемент (рис. 239) состоит из сосуда, в который налита вода, несколько подкислённая серной кислотой, и двух опущенных в воду электродов: цинкового (Zn) и медного (Cu).

Цинковый электрод является отрицательным полюсом элемента, а медный электрод — положительным его полюсом.

Раствор, в который опущены электроды, называется электролитом. Согласно теории гальванических элементов, электролит растворяет металл, причём металл получает отрицательный заряд, различный по величине в зависимости от рода металла, а окружающий его раствор — положительный заряд. Цинк приобретает более сильный отрицательный заряд, чем медь, поэтому при замыкании электродов некоторым сопротивлением R электроны с цинкового электрода переместятся на медный, и стрелка включённого прибора $Г$ отклонится. Это указывает на то, что по цепи протекает электрический ток. Так как ток в цепи может быть только тогда, когда к цепи приложена некоторая ЭДС, то мы можем утверждать, что на электродах нашего элемента возникла ЭДС.

Электродвижущая сила элемента не зависит ни от величины, ни от формы элемента, она зависит только от химического состава электролита и материала электродов.

Опыт с простейшим элементом показывает, что действие его протекает недолго благодаря тому, что элемент быстро поляризуется, в силу чего быстро растёт внутреннее сопротивление элемента и появляется противоэлектродвижущая сила поляризации.

Поляризация — это явление отложения водорода на положительном электроде элемента.

Водород — плохой проводник тока, вследствие чего, обволакивая положительный электрод, он увеличивает внутреннее сопротивление элемента, и ток уменьшается. Кроме того, водород с положительным электродом создают как бы новый элемент, ЭДС которого направлена навстречу основной, что тоже уменьшает общую ЭДС элемента.

При достаточно большом отложении водорода на положительном полюсе ЭДС поляризации может сравняться по величине с основной ЭДС, и в результате этого ток в цепи прекратится.

Для уменьшения вредного влияния ЭДС поляризации в элементы вводят деполяризаторы, т. е. вещества, богатые кислородом, которые окисляют водород, образуя при этом воду (элемент Лекланше), или заставляют водород вступать в реакцию

с другим веществом, из которого водород выделяет металл, осаждающийся на положительном полюсе (элемент Мейдингера).

Кроме вредного явления поляризации, в элементах появляется ещё так называемый саморазряд.

Саморазряд в элементах происходит за счёт того, что цинк, применяемый в элементах, не является химически чистым и в нём всегда имеются примеси, которые играют роль электродов, вызывающих внутри элемента так называемые «местные токи» (рис. 240).

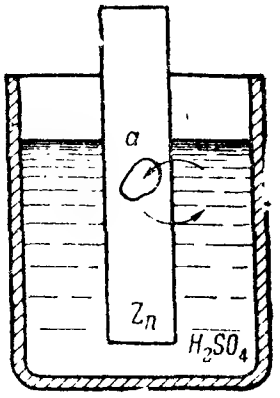


Рис. 240. Местные токи внутри гальванического элемента

Этот вредный процесс внутри элемента происходит даже в том случае, когда элемент не работает (разомкнут), что вызывает бесполезную затрату как отрицательного электрода (цинка), так и деполяризатора.

Исследования показывают, что саморазряд зависит не только от вредных примесей в отрицательном электроде, но и от плохой изоляции между элементами в батареях и от неправильного хранения элементов.

Саморазряд может быть настолько велик, что после непродолжительного хранения, примерно в течение 3—4 месяцев, элементы, ещё не работавшие, могут полностью израсходоваться и будут непригодны для дальнейшего употребления.

Для уменьшения действия саморазряда при производстве элементов отрицательный полюс амальгамируют и, кроме того, тщательно изолируют отдельные части элемента.

Амальгамирование заключается в том, что цинковый электрод покрывают слоем ртути, который отделяет инородные тела, имеющиеся в цинке, от раствора, препятствуя этим образованию местных токов, благодаря чему расход цинка уменьшается.

Ёмкость элемента определяет продолжительность работы его. Под ёмкостью понимают произведение силы тока разряда на количество часов до полного разряда элемента. Ёмкость элемента выражается в ампер-часах *а-ч* и зависит от геометрических размеров элемента и химического состава электродов и электролита.

§ 78. УСТРОЙСТВО УГОЛЬНО-ЦИНКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Опуская описание различных типов элементов (Вольта, Даниэля, Мейдингера и т. д.), рассмотрим устройство применяющегося на ВТС угольно-цинкового элемента типа Лекланше.

Угольно-цинковые элементы: сухие (типа С), водоналивные (типа В) и с воздушной деполяризацией (типа ВД), имеют положительным электродом уголь, отрицательным — цинк, а электролитом служит раствор нашатыря. В основном устройство их одинаково, и они отличаются один от другого только способом зарядки. По размерам они разбиваются на номера 1, 2, 3 и 4. Данные элементов, находящихся на снабжении военно-телеграфных станций, приведены в таблице 9.

Таблица 9

Основные данные гальванических элементов

Условное обозначение (номенклатура)	Данные испытательной цепи		Электрическая характеристика свежей продукции			Гарантируемая сохранность		Максимальные размеры футляра в *мм*			Общая высота элемента не более, в *мм*	Вес не более, в *кг*	Температурные пределы работоспособности в °С		Старая номенклатура
	сопротивление в цепи в *ом*	конечное напряжение разряда в *в*	начальная ЭДС в *в*	начальное напряжение в *в*	средняя ёмкость в *а-ч*	срок хранения (мес).	ёмкость после указанного срока хранения при +20°С в *а-ч*	длина	ширина	высота			минимум	максимум	
Сухие элементы															
3С-х-30	10	0,7	1,65	1,6	30	18	22,5	57	57	127	132	0,7	—40	+40	3СХ
3С-л-30	10	0,7	1,5	1,42	30	18	22,5	57	57	127	132	0,7	—20	+60	3С
3С-у-30	10	0,7	1,65	1,6	30	18	24	57	57	127	132	0,7	—40	+60	Не изготовлялись
Водоналивные элементы															
3В (номенклатура окончательно не установлена, так как выпуск заводами возобновлен, но продукция ещё не поступала)	10	0,7	1,5	1,42	27,0	9—12	21—40	57	57	127	132	0,7	—18	+60	3В
Элементы с воздушно-марганцевой деполяризацией															
3с-МВД	20	0,7	1,4	1,35	45	9	23	55	55	—	136	0,6	—20	+60	
6с-МВД	5	0,7	1,4	1,3	150	9	110	78	78	—	178	1,7	—20	+60	

Устройство элементов типа 3В. Отрицательным электродом этих элементов является цинк *1* (рис. 241), сделанный в виде коробки прямоугольного сечения. Снаружи коробка покрыта хорошо пропарафинированным картоном и оклеена бумагой с обозначением типа элемента, завода, его изготовившего, времени изготовления и инструкции по зарядке и хранению элемента. На дно цинковой коробки положен пропарафинированный картон *2*, на который устанавливается агломерат, состоящий из положительного угольного электрода *3* и перекиси марганца *4* с примесью графита, окружающий угольный электрод. Агломерат обвёрнут миткалем и перевязан нитками. Угольный электрод снабжён вверху медным колпачком с зажимом *5*, под который зажимается выводной проводничок. В некоторых образцах медный колпачок заменяется выводным проводничком. К цинковому электроду припаян выводной проводник.

Между внутренней стенкой цинковой коробки и агломератом насыпаны опилки *6*, перемешанные с нашатырём. Сверху элемент покрывается картоном *7*, поверх которого элемент заливают смолкой *8*. Сквозь смолку пропущены две трубочки — широкая и узкая. Широкая трубочка предназначена для вливания в элемент воды, а узкая трубочка — для отвода газов, образующихся в элементе при работе.

Устройство сухого элемента типа 3С-л-30. Сухой элемент (рис. 242) устроен так же, как и водоналивной. Разница состоит только в том, что активная масса (нашатырь) делается в виде пасты и на заводе закладывается в элемент. Эта паста помещается в пространстве между цинковым электродом и агломератом (положительным полюсом и деполяризатором). Трубка для наливания воды в сухом элементе не нужна. Внешний вид элемента 3С-л-30 такой же, как и элемента 3В; отличием будет отсутствие трубки для наливания воды.

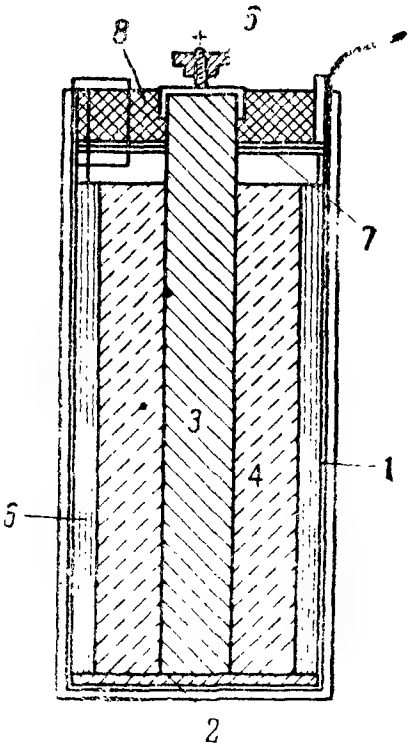


Рис. 241. Устройство элемента типа 3В (разрез):
1 — цинковый стакан; *2* — картонная прокладка; *3* — угольный стержень (электрод); *4* — деполяризатор; *5* — зажим; *6* — опилки; *7* — картонные прокладки; *8* — смолка.

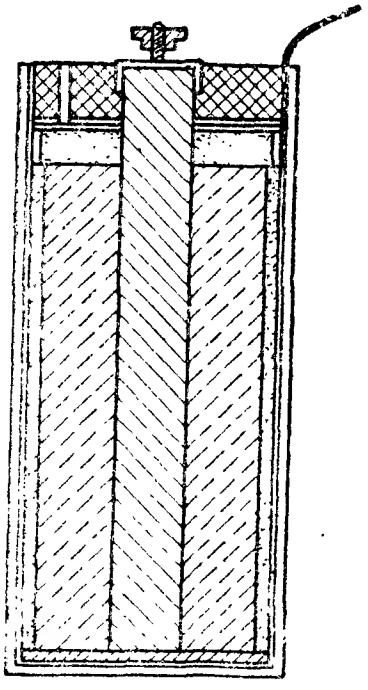


Рис. 242. Устройство элемента типа 3С (разрез)

Устройство элемента с воздушной марганцевой деполяризацией типа 3с-МВД (6с-МВД) отличается от сухого тем, что в состав агломерата входит активированный уголь, который обладает способностью поглощать водород в большом количестве, благодаря чему ёмкость элемента значительно возрастает. Для своей работы элемент должен также поглощать кислород воздуха (дышать). Поэтому он имеет отверстия для «дыхания». Эти отверстия при хранении элементов должны быть закрыты пробками, чтобы не высыхала паста; при постановке на работу пробки из отверстий должны быть вынуты, иначе элемент не будет отдавать установленную ёмкость. Элементы 3с-МВД не должны применяться в тех случаях, когда разрядный ток превышает 100 *ма*.

Влияние температуры на работу элементов. Химические процессы, происходящие в элементах, при повышении температуры ускоряются, делаются более интенсивными, а при понижении температуры, наоборот, замедляются и при температуре ниже известного предела вовсе прекращаются. Следовательно, при повышении температуры ёмкость элементов увеличивается, при этом элемент быстрее высыхает. При понижении температуры ёмкость элемента уменьшается, и жидкий электролит может замёрзнуть.

Водоналивные элементы замерзают и полностью отказывают в работе при температуре около —18°. Поэтому для работы при низкой температуре их надо защищать тёплым чехлом или шинелью.

Водоналивные элементы, залитые вместо воды хладостойким электролитом (водный раствор хлористого кальция плотностью 1,28), работают при температуре до —40°.

Сухие элементы замерзают и отказывают в работе при температуре —25°; при более низких температурах их необходимо также утеплять.

Для работы при низких температурах изготовляются специальные элементы 3С-х-30 и 3С-у-30, допускающие снижение температуры до —40°. Элементы типа 3С-х-30 не применяются при высоких температурах (выше +40°), так как в них происходит разжижение и вытекание пасты.

Элементы 3с-МВД замерзают и полностью отказывают в работе при температуре —20°.

Все замёрзшие элементы после оттаивания полностью восстанавливают свои нормальные свойства.

Зарядка водоналивных элементов. Зарядку элементов следует производить, точно придерживаясь инструкции, помещённой на каждом элементе. Для вливания воды рекомендуется пользоваться воронкой или резиновой грушей. Для заливки должна быть взята вода дестиллированная или питьевая, обязательно чистая, лучше прокипячённая; заливать элементы грязной, ржавой, болотной или минеральной водой запрещается.

При температуре ниже —15° элементы заливаются хладостойким электролитом. Разбавлять этот электролит водой или подливать его в элементы, ранее залитые водой, запрещается. При за-

ливке нельзя допускать обливания элементов и попадания воды внутрь батарейных ящиков.

Отработавшие водоналивные элементы следует попытаться восстановить путём доливки в них раствора нашатыря или воды. После доливки надо дать элементам постоять часов 6 и, слив невпитавшуюся жидкость, вновь поставить элементы на работу, если при измерении они дадут требуемое напряжение.

Хранение элементов. Водоналивные незаряженные элементы следует сохранять в сухом помещении при температуре не ниже +8°. Сырость может послужить причиной самозаряда элемента и расхода тока на саморазряд. Отверстие для заливки элемента всегда должно быть хорошо закрыто пробкой. Сухие элементы и заряженные водоналивные, во избежание высыхания пасты и электролита, должны храниться в прохладных помещениях при температуре не ниже —5° и не выше +25°.

Нельзя хранить в одной упаковке заряженные и незаряженные водоналивные элементы. При перевозках надо следить, чтобы элементы не болтались в упаковке, а выводные проводники не соединялись. Ящики с элементами надо покрывать брезентом, на остановках ставить повозки под навес, а зимой и в сырую погоду вносить элементы в помещение. При отсутствии подходящей для перевозки элементов упаковки их следует ставить обязательно стоймя в повозку и перекладывать сеном или соломой. Необходимо обращать внимание на наличие у водоналивных элементов пробок и при отсутствии их закрывать заливные трубки подручным материалом (деревянной пробкой и т. п.).

§ 79. СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ В БАТАРЕИ

Соединять элементы в батареи можно последовательно, параллельно и смешанно. Чтобы определить, как нужно соединить элементы в батарею, руководствуются следующими правилами:

а) последовательное соединение необходимо применять тогда, когда надо увеличить напряжение в цепи;

б) параллельное соединение необходимо применять тогда, когда надо увеличить ток в цепи;

в) смешанное соединение надо применять тогда, когда надо получить во внешней цепи большую силу тока или большее напряжение, чем может дать одна группа элементов.

Вообще надо стремиться к такому соединению, при котором сопротивление внешней цепи равнялось бы внутреннему сопротивлению источника (батареи).

Последовательным соединением элементов называют такое соединение, когда плюс первого элемента соединяется с минусом второго, плюс второго — с минусом третьего, плюс третьего соединяется с минусом четвёртого и т. д.

Крайние полюсы первого и последнего элементов батареи последовательного соединения будут являться полюсами батареи. Число элементов в батарее может быть любое.

При соединении в батарею неодинаковых элементов (разных по ёмкости) необходимо следить за разрядом элементов с меньшей ёмкостью, так как они израсходуются раньше и могут прекратить работу всей батареи. Вообще же последовательное соединение разнотипных элементов в батарею не рекомендуется.

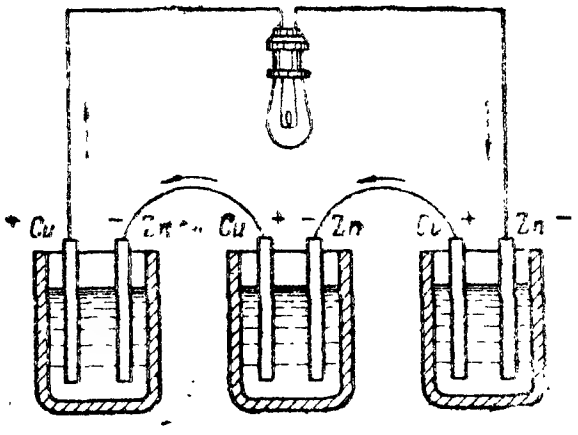


Рис. 243. Последовательное соединение элементов в батарее

На рис. 243 показано соединение элементов в батарею последовательно. Схематическое изображение батареи последовательного соединения (в группе) показано на рис. 245, *а*, где короткая жирная черточка обозначает плюс, а тонкая длинная чёрточка обозначает минус элемента.

При последовательном соединении элементов ЭДС элементов складываются, т. е. ЭДС всей батареи равна сумме ЭДС отдельных элементов. Если в батарее последовательного соединения все элементы имеют одинаковую ЭДС, то ЭДС всей батареи равна ЭДС одного элемента, умноженной на число последовательно соединённых элементов.

Пример 1. Электродвижущая сила (*е*) одного элемента равна 1,5 *в*, а всего в батарее имеется 20 элементов (*n*), соединённых последовательно. Чему равна ЭДС всей батареи?

Обозначая ЭДС всей батареи через *E*, находим:

$$E = e \cdot n \text{ в}.$$

Подставляя в эту формулу цифры, данные в примере, получим:

$$E = e \cdot n = 1{,}5 \cdot 20 = 30 \text{ в}.$$

Внутреннее сопротивление батареи с последовательным соединением элементов равно сумме внутренних сопротивлений отдельных элементов. Если элементы в батарее соединены последовательно и они имеют одинаковое внутреннее сопротивление, то внутреннее сопротивление всей батареи будет равно внутреннему сопротивлению одного элемента, умноженному на число элементов.

Пример 2. Внутреннее сопротивление одного элемента равно 0,5 *ом*, а всего в батарее соединено последовательно 20 элементов. Чему равно внутреннее сопротивление всей батареи?

Обозначим внутреннее сопротивление одного элемента буквой r_e, число элементов буквой n, а внутреннее сопротивление всей батареи буквой R_0. Тогда внутреннее сопротивление всей батареи найдем по формуле

$$R_0 = r_e \cdot n \text{ ом}.$$

Подставляя в эту формулу цифры примера, получим:

$$R_0 = r_e \cdot n = 0{,}5 \cdot 20 = 10 \text{ ом}.$$

Чтобы определить величину тока, которую можно получить от батареи с последовательно соединёнными элементами, включённой в цепь с сопротивлением $R_{вн}$, надо пользоваться формулой

$$I = \frac{e \cdot n}{R_{вн} + r_0 \cdot n} \ a. \qquad (71)$$

Пример 3. Батарея имеет 20 элементов, соединённых последовательно. ЭДС одного элемента равна 1,5 *в*. Внутреннее сопротивление элемента равно 0,5 *ом*. Внешнее сопротивление цепи равно 20 *ом*. Определить силу тока в цепи.

Применяя формулу и подставляя в нее данные примера, получим:

$$I = \frac{e \cdot n}{R_{вн} + r_0 \cdot n} = \frac{1.5 \cdot 20}{20 + 0.5 \cdot 20} = \frac{30}{20+10} = \frac{30}{30} = 1 \ a.$$

Чтобы определить количество элементов батареи, соединённых последовательно, необходимое для поддержания в цепи некоторой силы тока I, надо пользоваться формулой

$$n = \frac{I \cdot R}{e - I \cdot r_0}. \qquad (72)$$

Эта формула получена путём преобразования формулы:

$$I = \frac{e \cdot n}{R + r_0 n};$$

а именно

1. $I(R + r_0 n) = en;$
2. $IR + Ir_0 n = en;$
3. $IR = en - Ir_0 n;$
4. $IR = n(e - Ir_0);$
5. $n = \frac{IR}{e - Ir_0}.$

Пример 4. Даны элементы с ЭДС, равной 1 *в*, с внутренним сопротивлением 6 *ом* каждый. Внешнее сопротивление цепи равно 400 *ом*. Определить, сколько элементов надо соединить последовательно, чтобы поддержать в цепи ток, равный 0,1 *а*.

Решение:

$$n = \frac{I \cdot R}{e - I \cdot r_0} = \frac{0{,}1 \cdot 400}{1 - 0{,}1 \cdot 6} = \frac{40}{1 - 0.6} = \frac{40}{0{,}4} = 100 \text{ элементов.}$$

Проверим правильность решения:

$$I = \frac{e \cdot n}{R + r_0 \ n} = \frac{1 \cdot 100}{400 + 6 \cdot 100} = \frac{100}{400 + 600} = \frac{100}{1000} = 0{,}1 \ a.$$

Следовательно, решение правильное.

Параллельным соединением элементов в батарею называют такое соединение, при котором все плюсы элементов соединяются

вместе, образуя общий положительный полюс батареи, а все минусы также соединены вместе, образуя общий отрицательный полюс батареи.

На рис. 244а дана практическая схема соединения элементов батареи параллельно, а на рис. 244б дано схематическое изображение параллельного соединения.

Батарею из параллельно соединённых элементов можно сравнить с одним большого

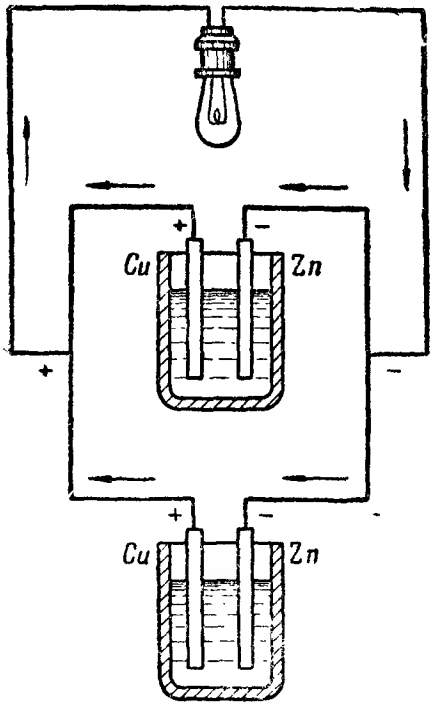


Рис. 244а. Параллельное соединение элементов в батарее

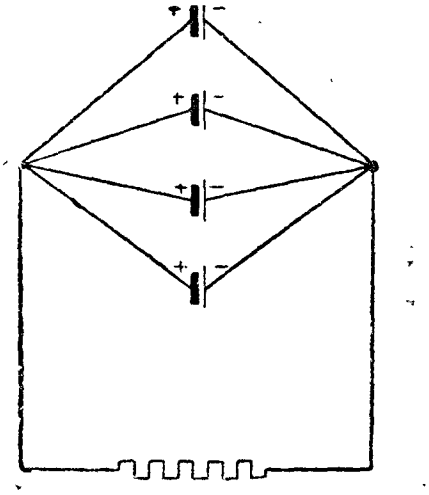


Рис. 244б. Схематическое изображение параллельного соединения элементов

размера элементом, поверхность электродов у которого равна сумме поверхностей положительных и отрицательных электродов всех отдельно взятых элементов батареи параллельного соединения. Поэтому ЭДС батареи с параллельно соединёнными электродами равна ЭДС одного элемента, а ёмкость равна сумме ёмкостей всех соединённых параллельно элементов.

Таким образом,

$$E = e,$$

где E — ЭДС всей батареи параллельного соединения;

e — ЭДС одного элемента.

Внутреннее сопротивление батареи параллельного соединения меньше внутреннего сопротивления одного элемента во столько раз, сколько элементов соединено в батарее параллельно.

Тогда

$$R_0 = \frac{r_0}{n}, \qquad (73)$$

где r_0 — внутреннее сопротивление одного элемента;

n — число элементов батареи параллельного соединения;

R_0 — общее внутреннее сопротивление батареи параллельного соединения.

Параллельное соединение применяется для увеличения ёмкости батареи и для получения большей силы тока в цепи.

При параллельном соединении элементы надо брать только с одинаковой ЭДС, т. е. элементы однотипные. Элементы с разной ЭДС соединять параллельно нельзя, так как элементы с большей ЭДС будут частично разряжаться на элементы с меньшей ЭДС.

Для определения силы тока батареи параллельного соединения при внешнем сопротивлении, равном R, надо пользоваться формулой

$$I = \frac{e}{R + \frac{r_0}{n}}. \qquad (74)$$

Пример 5. Параллельно соединено три элемента с ЭДС, равной 1 *в*, и внутренним сопротивлением каждого в 6 *ом*. Внешнее сопротивление цепи равно 3 *ом*. Определить силу тока в цепи.

Решение.

$$I = \frac{e}{R + \frac{r_0}{n}} = \frac{1}{3 + \frac{6}{3}} = \frac{1}{3+2} = \frac{1}{5} = 0{,}2\ a.$$

Смешанным соединением называют такое соединение, когда элементы в группах соединяются последовательно (параллельно), а группы в батарее — параллельно (последовательно). Такой вид соединения дан на рис. 245, где показаны два случая этого соединения: случай, когда элементы в группах соединены последовательно, а группы в батарее параллельно (рис. 245, *а*), и случай, когда элементы соединены параллельно, а группы в батарее соединены последовательно (рис. 245, *б*).

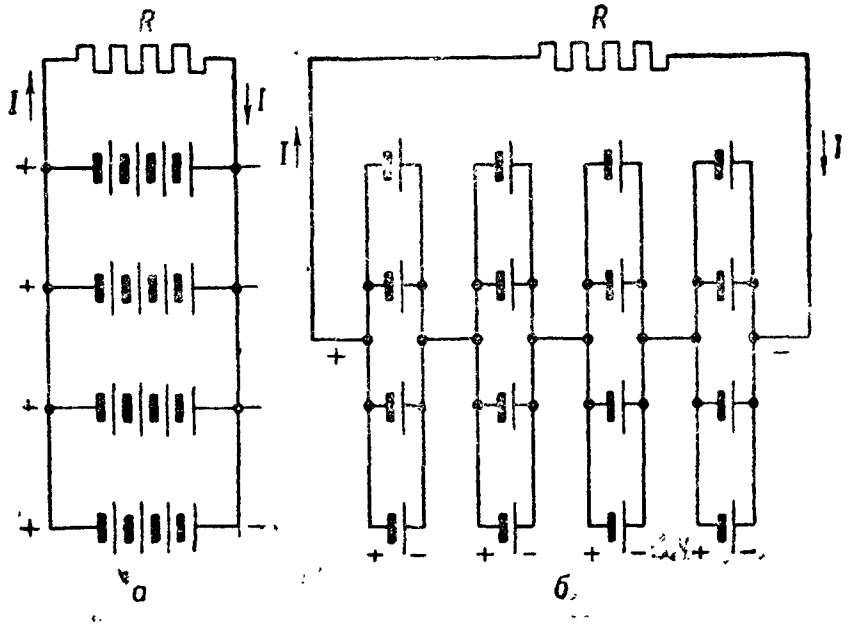


Рис. 245. Смешанное соединение элементов в батарее:

а — случай, когда элементы в группе соединены последовательно, а группы в батарее соединены параллельно; *б* — случай, когда элементы в группах соединены параллельно, а группы в батарее соединены последовательно

При смешанном соединении по схеме, приведённой на рис. 245, *а*, ЭДС батареи равна ЭДС одной группы; следовательно,

$$E = e \cdot n,$$

где n — число элементов в группе; e — ЭДС одного элемента.

Внутреннее сопротивление батареи смешанного соединения по схеме рис. 245, *а* во столько раз меньше внутреннего сопротивления одной группы, сколько групп соединено в батарее параллельно. Таким образом,

$$R_0 = \frac{r_0 n}{m}, \qquad (75)$$

где m — число групп, включённых в батарее параллельно.

При соединении батареи по схеме рис. 245, *б* напряжения групп могут быть и не одинаковые; общее напряжение равно сумме напряжений последовательно соединённых групп, а внутреннее сопротивление батареи складывается из внутренних сопротивлений этих групп.

Смешанное соединение применяют тогда, когда внешнее сопротивление близко или равно внутреннему сопротивлению источника тока, а также в том случае, когда необходим ток значительно больший, чем это может дать одна группа элементов последовательного соединения, например, для местной цепи аппарата СТ-35 или других быстродействующих аппаратов.

Для определения силы тока в батарее смешанного соединения по схеме рис. 245, *а* при внешнем сопротивлении, равном R, надо пользоваться формулой

$$I = \frac{e \cdot n}{R + \frac{r_0 n}{m}}, \qquad (76)$$

где n — число последовательно соединённых элементов в группе;
m — число групп, соединённых в батарее параллельно.

§ 80. КИСЛОТНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Электрическим аккумулятором называют такой прибор, который способен накопить в себе электрическую энергию, сохранить её в течение некоторого времени и затем отдать обратно в цепь. Накопление электрической энергии в аккумуляторе происходит во время заряда, при котором электрическая энергия внутри аккумулятора превращается в химическую энергию.

Во время разряда аккумулятора химическая энергия переходит снова в энергию электрическую.

По своему устройству аккумуляторы делятся на две основные группы: на аккумуляторы кислотные и щелочные.

На ВТС применяются преимущественно щелочные аккумуляторы вследствие их большой прочности, малого веса и стойкости при коротком замыкании. Кислотные аккумуляторы менее прочны, разрушаются при коротких замыканиях; они применяются преимущественно в стационарных установках Министерства связи и на крупных ВТС.

Принцип работы кислотного аккумулятора. Первоначальный заряд. Если поместить две свинцовые пластины в слабый раствор серной кислоты (рис. 246, *а*) и затем пропустить через этот раствор электрический ток, то под действием тока серная кислота начнёт разлагаться на свои составные части.

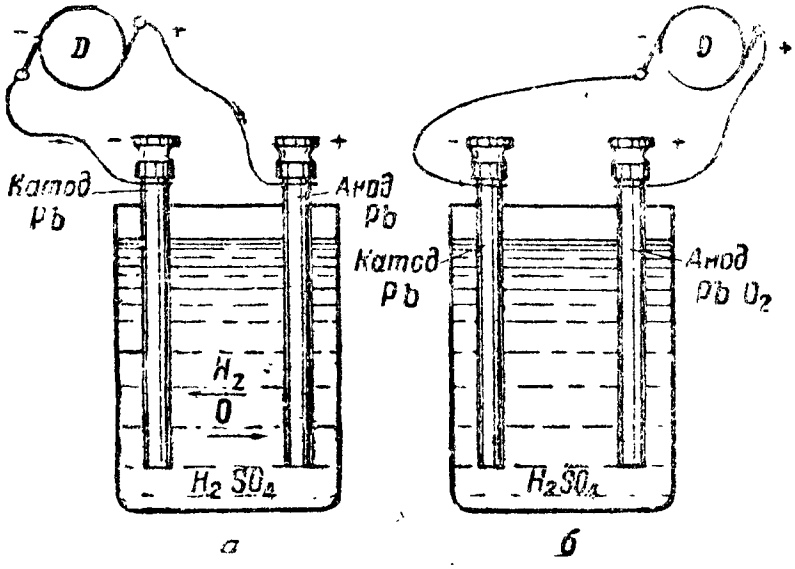


Рис. 246. Первоначальный заряд аккумулятора:
а — начало заряда; *б* — конец заряда

В результате этого разложения на пластине аккумулятора, соединённой с положительным полюсом источника, начнёт выделяться кислород (О), а на пластине аккумулятора, соединённой с отрицательным полюсом источника тока, — водород (Н).

Выделяющийся на положительной пластине кислород действует на свинец пластины и образует на её поверхности слой перекиси свинца (соединение свинца с кислородом PbO_2).

На пластине, соединённой с отрицательным полюсом, выделяется (в виде пузырьков) газ водород. Водород не изменяет состава отрицательной пластины, поэтому последняя будет в конце заряда чистым свинцом.

Следовательно, к концу заряда пластины аккумулятора в химическом отношении разные (рис. 246, *б*) и между ними возникнет разность потенциалов, равная примерно 2 *в*.

Если мы будем продолжать заряд аккумулятора, то кислород, после того как поверхность положительной пластины покроется слоем перекиси свинца, также начнёт выделяться в виде пузырьков свободного газа.

Интенсивное выделение пузырьков обоих газов (кислорода на положительной пластине, а водорода — на отрицательной) по внешнему виду похоже на выделение пузырьков пара при нагревании воды, поэтому это явление называют иногда «кипением» аккумулятора.

Сильное выделение пузырьков газа («кипение») происходит не от нагревания электролита, а под влиянием химического процесса, происходящего внутри аккумулятора.

«Кипение» аккумулятора служит одним из признаков окончания его заряда.

Дальнейшее пропускание тока через аккумулятор (после окончания заряда) будет вызывать только газообразование без накопления в аккумуляторе электрической энергии, и потому будет бесполезным.

Разряд аккумулятора. Если заряженный аккумулятор замкнуть на внешнюю цепь (рис. 247, *а*), то в цепи пойдёт электрический ток в направлении, обратном заряду аккумулятора, что и отметит включённый в цепь амперметр.

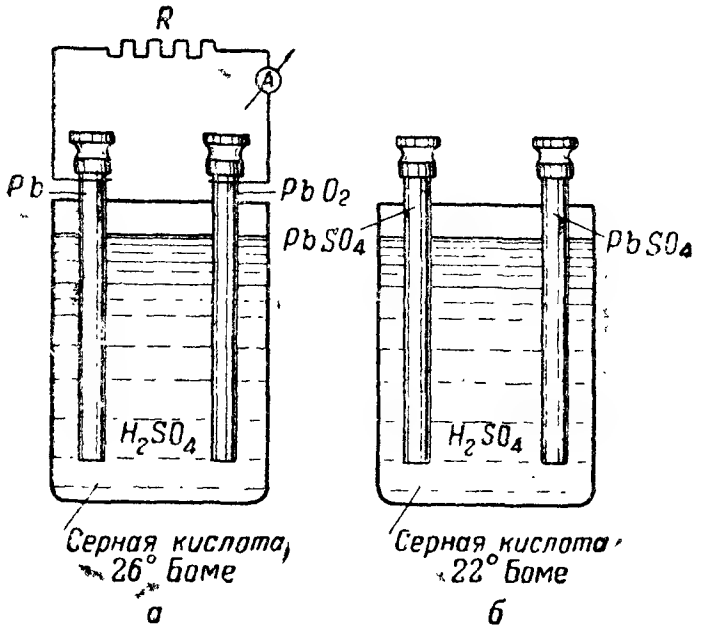


Рис. 247. Разряд аккумулятора:
а — начало разряда; *б* — конец разряда

При разряде в аккумуляторе происходит химический процесс, в результате которого как на положительной, так и на отрицательной пластинах образуется слой сернокислого свинца (рис. 247, *б*). Иначе говоря, к концу разряда аккумулятора пластины в химическом отношении будут одинаковыми и разности потенциалов между ними не будет. Такова в кратких словах сущность действия кислотного аккумулятора.

Отметим, что в действительности между пластинами аккумулятора к концу разряда должна существовать некоторая разность потенциалов, ниже которой аккумулятор не разряжают.

Электрические данные кислотного аккумулятора. Электродвижущая сила аккумулятора при нормальной плотности электролита равняется приблизительно 2 *в*. В конце заряда ЭДС аккумулятора увеличивается, достигая примерно 2,7—2,8 *в* на каждый аккумулятор. Разряд аккумулятора прекращают, как только напряжение станет равным 1,8 *в*.

Внутреннее сопротивление кислотного аккумулятора, благодаря незначительному расстоянию между пластинами, сравнительно большой их поверхности и хорошей проводимости самого электролита, ничтожно. Сопротивление аккумуляторов тем меньше, чем больше поверхность пластин.

Внутреннее сопротивление аккумулятора слагается из сопротивления электролита и сопротивления положительной и отрицательной пластин. В среднем внутреннее сопротивление одного аккумулятора составляет сотые доли ома.

Ёмкость аккумулятора. То количество электричества, которое аккумулятор отдаёт при разряде, называют ёмкостью аккумулятора.

Ёмкость аккумулятора численно равна произведению силы разрядного тока в амперах на время в часах, в течение которого аккумулятор, разряжаясь до наинизшего допустимого напряжения, отдаёт в цепь электрический ток.

Отдача аккумуляторов. Отдачей аккумуляторов по количеству электричества называют отношение количества электричества, отданного аккумулятором при разряде, к полученному аккумулятором количеству электричества при заряде, т. е. отдача равняется произведению силы разрядного тока на время разряда, разделённому на произведение силы зарядного тока на время заряда аккумулятора.

Устройство кислотного аккумулятора стационарного типа. Сосуды аккумулятора. Для аккумуляторов применяют стеклянные банки различных размеров. Применяют и другие сосуды, на которые не действует кислота (эбонит, пластмасса, целлулоид и др.).

Конструкция пластин. По своей конструкции аккумуляторные пластины делятся на два типа: пластины поверхностные и пастированные. Пастированные пластины в свою очередь бывают коробчатые и решетчатые.

Поверхностные пластины делают обычно литыми из чистого свинца. Для того чтобы пластины обладали большей действующей поверхностью, им придают особую форму ромбического сечения. На рис. 248 показана часть такой пластины; на рис. 249 показана поверхностная пластина.

После отливки пластина подвергается формированию электролитом с целью получения на ней активной массы, что увеличивает ёмкость пластины. Положительные пластины аккумулятора обычно поверхностные.

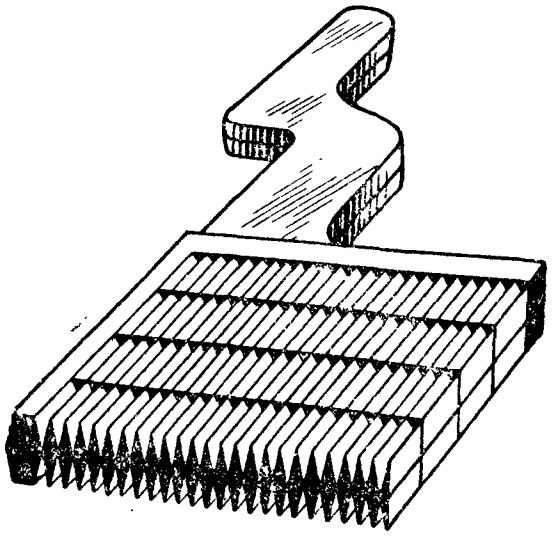


Рис. 248. Поверхностная пластина кислотного аккумулятора

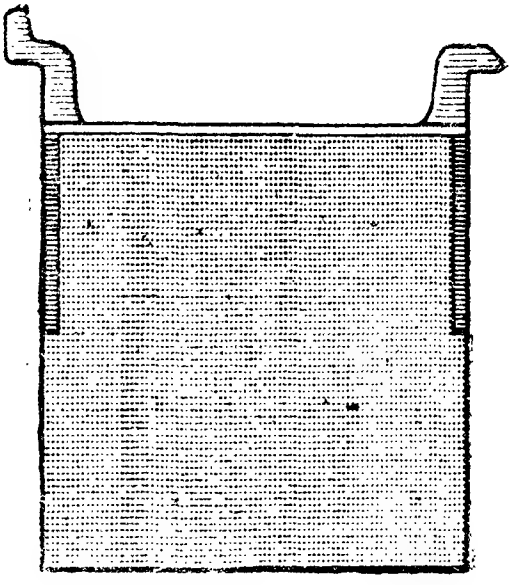


Рис. 249. Поверхностная пластина в готовом виде

Пастированная пластина — коробчатая (рис. 250), обычно применяется как отрицательная пластина аккумулятора. Она делается в виде свинцовой решётки, в которую запрессовывается активная масса в виде пасты из свинцовой пыли с добавлением 1,9% сернокислого бария, замешанной на серной кислоте.

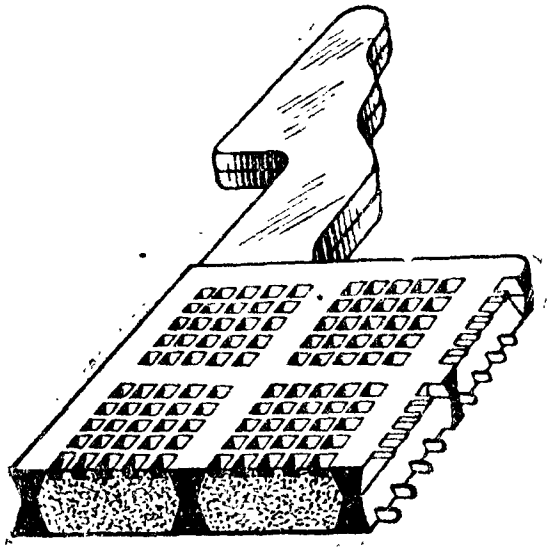


Рис. 250. Пастированная пластина кислотного аккумулятора

Решетчатые пастированные пластины применяются как для положительных, так и для отрицательных пластин переносных аккумуляторов. Пластина по размерам меньше коробчатой и с более мелкими ячейками. Активной массой служит паста из окиси свинца для положительных и из перекиси свинца (сурика) для отрицательных пластин. Отрицательные пластины также проходят процесс формирования.

Сборка аккумулятора заключается в том, что в стеклянные сосуды вставляют положительные и отрицательные пластины. Пластины подвешиваются на бортах стеклянных сосудов и соединяются — положительные между собой, а отрицательные между собой.

Пластины соединяют с помощью специального паяльного аппарата. Число положительных пластин в аккумуляторе на одну меньше, чем отрицательных (рис. 251).

Собранные аккумуляторы соединяются между собой, составляя батарею. Общий вид трёх элементов, установленных на стеллаже, показан на рис. 252.

Электролит. Электролитом в кислотных аккумуляторах является раствор серной кислоты определённой плотности (концентрации).

Электролит составляется из химически чистой серной кислоты и дестиллированной воды.

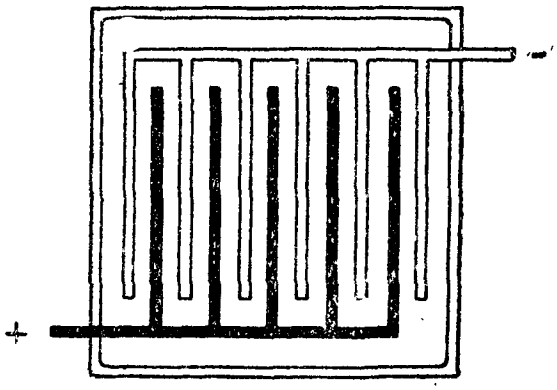


Рис. 251. Схематическое изображение пластин аккумулятора

На состояние аккумулятора вредно влияет неправильная концентрация раствора: слишком крепкий раствор разрушает пластины, а слишком слабый значительно увеличивает сопротивление электрическому току, причём в обоих случаях в аккумуляторе образуется трудно растворимая крупнозернистая соль сернокислого свинца, которую называют сульфатом.

Для наполнения стационарных аккумуляторов употребляется раствор серной кислоты плотностью 1,18 при температуре 15° С (плотностью раствора, или его удельным весом, называют число, показывающее, во сколько раз вес данного раствора больше или меньше веса воды, взятой в таком же объёме и при той же температуре). Для наполнения переносных аккумуляторов применяется раствор серной кислоты несколько большей плотности а именно 1,21.

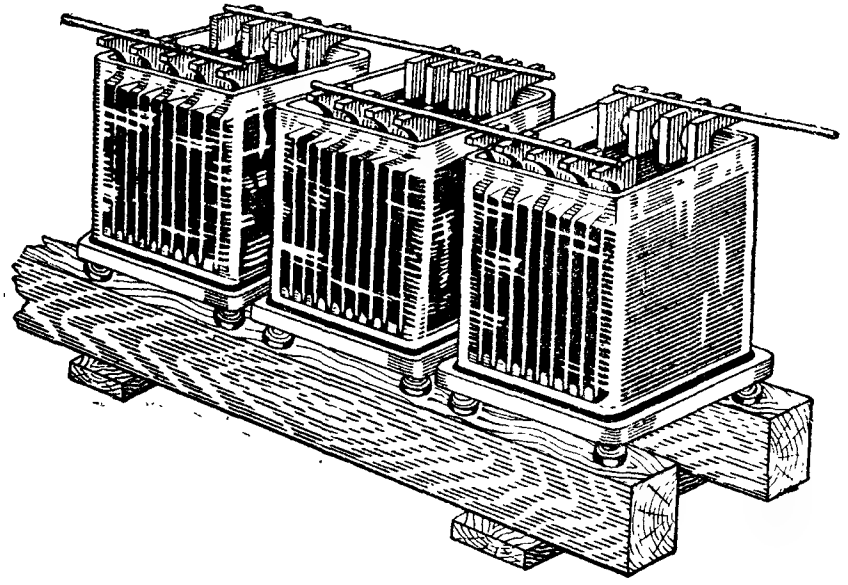


Рис. 252. Аккумуляторы, установленные на стеллаже

Плотность раствора определяют по таблицам, а также при помощи ареометра Боме. По Боме плотность берут 21—22°.

Ареометр представляет собой полую запаянную стеклянную трубку, в одном конце которой помещается груз, обычно дробь, залитая сургучом. Ареометр, опущенный в раствор, плавает вертикально. На верхнем конце трубки нанесены деления, соответствующие или удельному весу или градусам Боме. При погружении ареометра в раствор какой-либо плотности значение её прочитывается по делению шкалы, находящемуся на уровне раствора.

Для каждого типа аккумулятора необходимая плотность электролита указывается в его паспорте, согласно которому и заливают кислоту.

Приготовление электролита, заливка и зарядка аккумулятора. Приготовление электролита производят в следующем порядке. Наливают в стеклянный сосуд дестиллированную воду и затем небольшими порциями вливают в воду серную кислоту, осторожно размешивая раствор стеклянной палочкой. Кислоту вливают до тех пор, пока не получат раствор нужной концентрации. Наливать воду в кислоту запрещается, так как может произойти разбрызгивание кислоты, которая причиняет ожоги.

Электролит при составлении нагревается, поэтому перед заливкой в аккумулятор он должен остыть. Как при составлении электролита, так и при его заливке в аккумулятор надо соблюдать осторожность, так как раствор, попадая на платье и обувь, портит их. Попадая на руки (особенно если на руках есть порезы), раствор разъедает кожу. Поэтому надо всю работу с раствором серной кислоты вести осторожно, надевая резиновый передник (фартук) и резиновые перчатки.

Заливают электролит в аккумулятор с таким расчётом, чтобы пластины были полностью покрыты раствором. Обычно уровень электролита выше пластин на 1—2 *см*. Залитый аккумулятор надо тотчас же поставить на заряд.

Заряд аккумуляторов. Для заряда аккумуляторов их необходимо подключить к источнику постоянного тока, согласно схеме (рис. 253), соблюдая полярность присоединения, т. е. плюс аккумулятора надо соединить с плюсом, а минус аккумулятора с минусом источника тока.

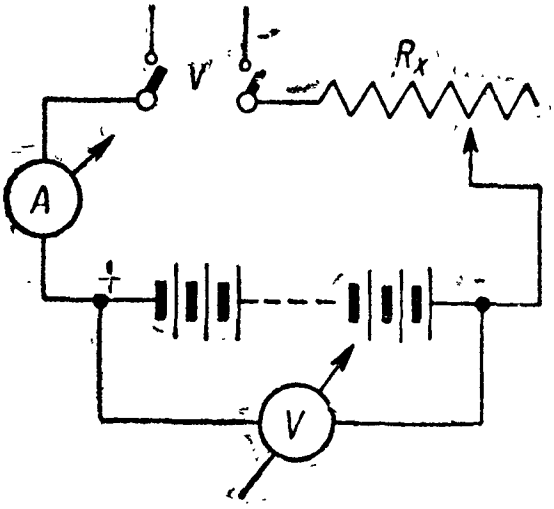


Рис. 253. Схема заряда кислотного аккумулятора

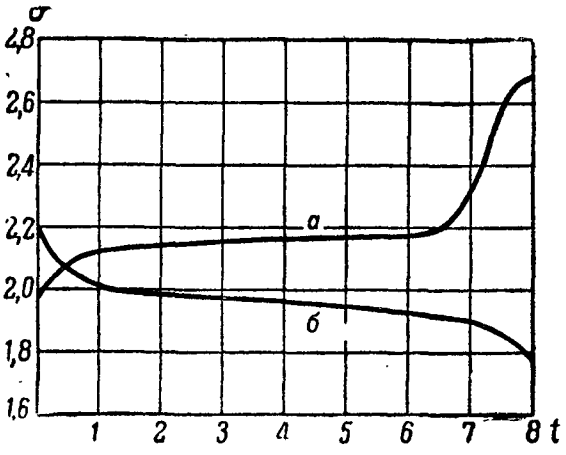


Рис. 254. Кривая заряда и разряда кислотного аккумулятора

Во время заряда и разряда напряжение на аккумуляторах всё время меняется, достигая наибольшего значения в конце заряда и наименьшего значения в конце разряда аккумулятора. Характер изменения напряжения показан на графике рис. 254, где *а* — кривая заряда, а *б* — кривая разряда аккумулятора.

При заряде надо иметь в виду, что:

а) сила тока заряда должна быть точно установлена согласно паспорту заряжаемого аккумулятора.

б) нельзя включать аккумулятор без дополнительного сопротивления (реостата); если аккумулятор будет поставлен на заряд без реостата, то произойдёт короткое замыкание;

в) необходимо всё время следить за зарядом, поддерживая постоянной силу зарядного тока;

г) перед зарядом необходимо вынуть пробки, закрывающие отверстия для заливки электролита;

д) в помещение, где заряжаются аккумуляторы, нельзя вносить огня и курить во избежание взрыва;

е) помещение всё время должно вентилироваться, так как скапливающиеся газы вредны для человеческого организма.

Признаками окончания заряда аккумулятора служит кипение аккумулятора и повышение напряжения на его зажимах. Это напряжение должно быть порядка 2,7—2,8 *в* на каждый аккумулятор.

Чтобы рассчитать зарядный реостат, надо пользоваться формулой

$$R_x = \frac{U_c - U_{ак}}{I_з}, \qquad (77)$$

где R_x — необходимое сопротивление реостата;

U_c — напряжение сети, от которой заряжается аккумулятор;

$U_{ак}$ — напряжение на аккумуляторах;

$I_з$ — ток заряда.

Пример. Требуется зарядить 40 аккумуляторов, соединённых последовательно. Сила тока заряда 9 *а*. Какого сопротивления надо взять реостат, если напряжение сети 120 *в*?

Решение. Аккумуляторы соединяем последовательно, тогда их напряжение вначале будет

$$U_{ак} = 1{,}8 \cdot 40 = 72 \text{ в}.$$

Значит, в начале заряда надо включить такой реостат:

$$R_x = \frac{U_c - U_{ак}}{I_з} = \frac{120-72}{9} \approx 5{,}3 \text{ ом}.$$

По мере заряда напряжение у аккумуляторов будет расти и в конце заряда достигнет 2,8 *в* на каждый элемент. Следовательно, напряжение всей батареи будет:

$$U_{ак} = 2{,}8 \cdot 40 = 112 \text{ в}.$$

Значит, в конце заряда реостат должен иметь сопротивление:

$$R_x = \frac{U_c - U_{ак}}{I_з} = \frac{120-112}{9} = \frac{8}{9} \approx 0{,}9 \text{ ом}.$$

Итак, для заряда такой батареи надо иметь реостат, который бы мог плавно менять свое сопротивление примерно от 5,5 до 1 *ом*.

Типы свинцовых аккумуляторов. Для питания телеграфных станций в стационарных условиях могут быть применены свинцовые аккумуляторы небольшой ёмкости, указанные в таблице 10.

Таблица 10

Свинцовые аккумуляторы небольшой емкости

Тип элемента	Тип пластины	Время разряда	Емкость при 15° в *а-ч*	Сила тока при разряде в *а*	Сила тока при заряде в *а*: максимальном / нормальном	Наружные размеры элемента (стеклянная банка) в *мм*: длина	ширина	высота	Количество серной кислоты 22° Боме, необходимой для заряда элемента, в *л*	Вес элемента без кислоты в *кг*
					Телеграфные					
Т-15 . .	—	—	15	0,9	2,5 / 1,8	72	140	225	0,7	—
					Стационарные					
С-1 . .	И-1[1]	3	27	9	9 / 7	80	215	270	4,5	8,6
		10	36	3,6						
С-2 . .	И-1	3	54	18	18 / 14	130	215	270	6,5	14,1
		10	72	7,2						

§ 81. ЩЕЛОЧНЫЕ АККУМУЛЯТОРЫ

Общие понятия о щелочном аккумуляторе. Щелочные, или, как их еще называют, железо-кадмиево-никелевые, аккумуляторы применяются для питания ВТС, так как они являются незаменимыми источниками тока во всех передвижных установках.

Эти аккумуляторы называют щелочными потому, что электролитом у них является щёлочь.

Заводы нашей промышленности изготовляют щелочные аккумуляторы различной ёмкости и для удобства использования устанавливают по нескольку элементов в одном деревянном ящике.

Для питания ВТС наиболее пригодна аккумуляторная батарея из 17 аккумуляторных элементов в одном ящике.

Общий вид такой батареи показан на рис. 255

Преимущества щелочных аккумуляторов перед кислотными следующие:

а) малый вес и размеры;

б) большая удельная ёмкость (на 1 *кг* веса кислотный аккумулятор стационарного типа имеет примерно 4 *а-ч*, а щелочный имеет 15—16 *а-ч*);

[1] Емкость пластины И-1=36 *а-ч*.

в) выносливость — не боится разрядов до нуля, механически прочен, не боится коротких замыканий, при перевозках электролит не выливается, так как сосуд аккумулятора закрывается герметически;

г) долговечность, т. е. срок его службы, больше, чем у кислотного.

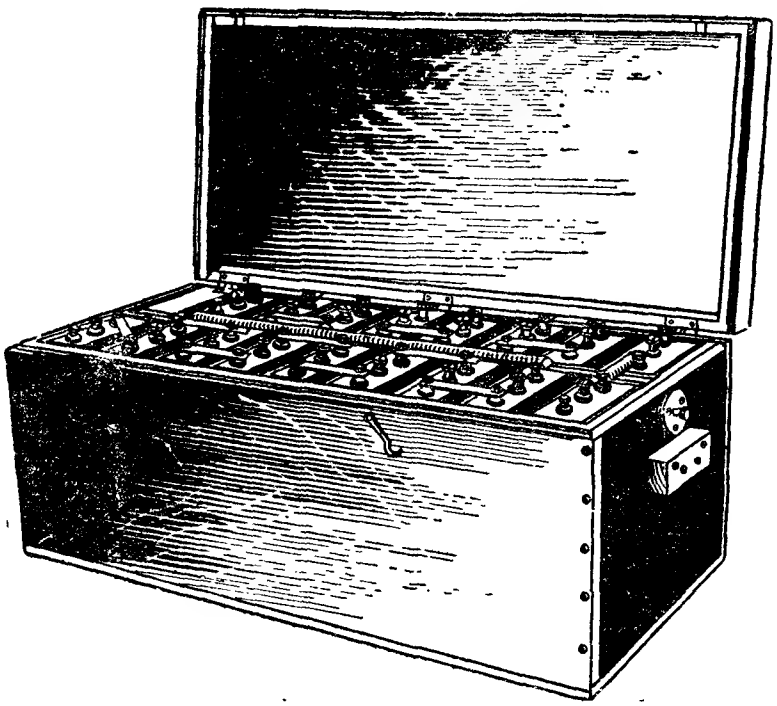


Рис. 255. Батарея щелочных аккумуляторов типа 17-НКН

Недостатками щелочных аккумуляторов являются:

а) низкое рабочее напряжение;

б) меньший к. п. д.;

в) высокая стоимость.

Электрические данные щелочного аккумулятора.

Напряжение. Среднее рабочее напряжение щелочного аккумулятора принимают за 1,2 *в*. При заряде напряжение медленно поднимается, и в конце заряда оно равно примерно 1,8 *в*. Аккумулятор, снятый с заряда и поставленный сразу на разряд, быстро снижает напряжение примерно до 1,4 *в*, после чего оно медленно снижается до 1,2 *в*. К концу разряда напряжение аккумулятора медленно снижается до 1,1 *в*. Ниже 1,1 *в* аккумулятор не разряжают.

Внутреннее сопротивление аккумулятора мало и поэтому при расчётах во внимание не принимается.

В среднем внутреннее сопротивление равно 0,03 *ом* на один аккумулятор. Внутреннее сопротивление также непостоянно: с понижением ёмкости оно увеличивается, а к концу разряда внутреннее сопротивление увеличивается примерно в 2 раза.

Для определения внутреннего сопротивления аккумулятора любой ёмкости пользуются следующей формулой:

$$r_0 = \frac{0{,}45}{A},$$

где A — ёмкость аккумулятора в ампер-часах.

Из формулы видно, что чем больше ёмкость, тем меньше внутреннее сопротивление аккумулятора. Например, при ёмкости аккумулятора в 10 *а-ч* сопротивление будет:

$$r_0 = \frac{0{,}45}{10} = \frac{45}{1\,000} = 0{,}045 \text{ ом};$$

при ёмкости в 30 *а-ч* сопротивление будет:

$$r_0 = \frac{0{,}45}{30} = \frac{45}{3\,000} = 0{,}015 \text{ ом}.$$

Ёмкость аккумулятора. Ёмкость зависит от размеров пластин (электродов) и числа их в аккумуляторе: чем больше размер пластин и больше количество их, тем больше ёмкость.

По ёмкости аккумуляторы изготовляются в пределах от 2,25 до 100 *а-ч*.

Щелочные аккумуляторы хотя и обладают постоянством отдачи (в ампер-часах), однако они несколько уменьшают ёмкость при сильных токах разряда.

При очень быстром заряде сильным током ёмкость уменьшается примерно на 15%.

Следует избегать для аккумулятора очень высоких или низких температур. При температуре более +40° аккумулятор безвозвратно теряет до 50% ёмкости; при понижении температуры ёмкость и напряжение уменьшаются; при температуре —30° электролит нормальной плотности замерзает и аккумулятор перестаёт работать. Эксплоатация аккумуляторов как в низких, так и в высоких температурах предусмотрена специальной инструкцией и здесь не рассматривается.

Коэфициент полезного действия. По количеству электричества (ёмкости) к. п. д. аккумулятора 65—75%, по энергии — 50—55%. Коэфициент полезного действия зависит от силы разрядного и зарядного токов.

Устройство щелочного аккумулятора типа НКН-45. Каждый аккумуляторный элемент помещается в сосуде. Сосуд, общий вид которого показан на рис. 256, представляет собой коробку плоской формы, изготовленную из никелированного железа. Боковые поверхности коробки сделаны ребристыми с целью увеличения жёсткости коробки.

На верхней крышке коробки имеются два отверстия, через которые выпущены полюсные болты с гайками, и отверстие для заливки электролита.

Отверстие для заливки электролита закрывается специальной (вентильной) пробкой, которая позволяет скапливающимся внутри аккумулятора газам выходить наружу, а в то же время пробка не позволяет наружному воздуху проникать внутрь аккумулятора.

Швы коробки свариваются.

Пластины аккумулятора. Положительная пластина аккумулятора составляется из отдельных пакетов, внутри которых заложена спрессованная активная масса. Пакеты изготовлены из стальной сетчатой никелированной ленты и вставлены в боковые обоймы. Пакеты в боковых обоймах запрессовываются; при этом на пакетах выдавливаются углубления и пазы, отчего увеличивается плотность соприкосновения активной массы со стенками пакета и увеличивается жёсткость всей пластины. На поверхности пакетов имеются дырочки, посредством которых активная масса соприкасается с электролитом (рис. 257).

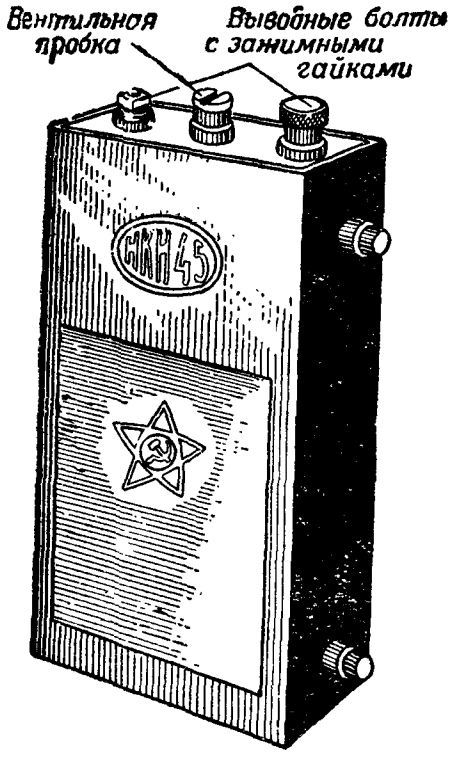


Рис. 256. Общий вид одного элемента щелочного аккумулятора НКН-45

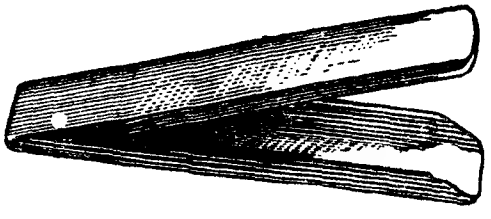


Рис. 257. Пакет пластины щелочного аккумулятора

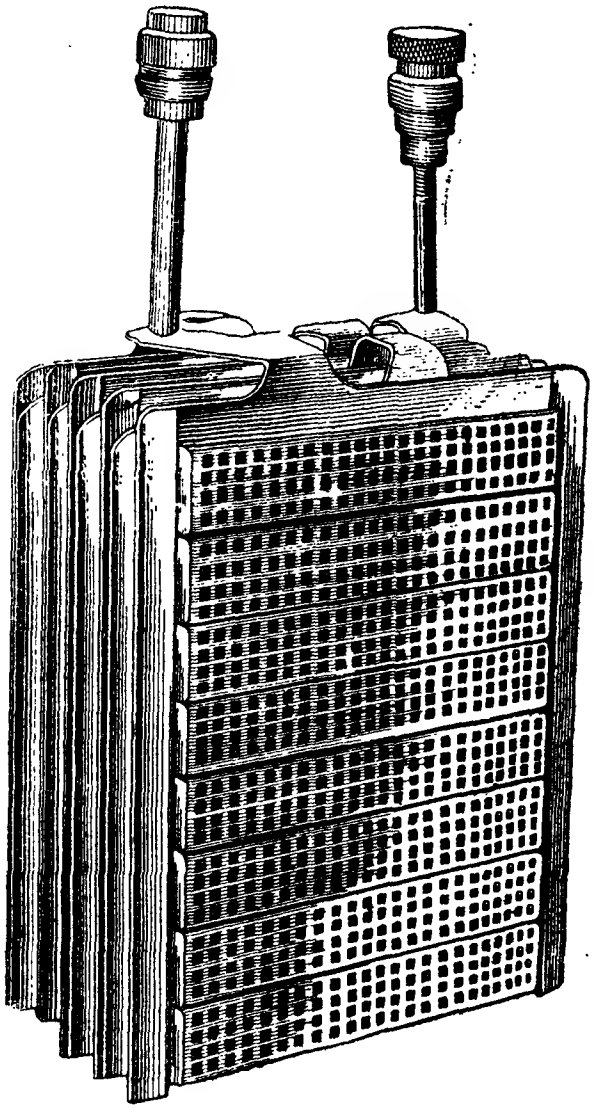


Рис. 258. Комплект пластин щелочного аккумулятора

Пластины собираются в комплекты (рис. 258) и свариваются железным мостиком. От каждого комплекта отходит отросток — полюсный болт, посредством которого пластины выводятся наружу аккумуляторной коробки.

Отрицательная пластина устроена точно таким же образом, как и положительная, только пакеты её несколько тоньше, потому что ёмкость её больше ёмкости положительной пластины.

Положительных пластин в аккумуляторе на одну больше, и отрицательные пластины расположены между положительными.

Комплект положительных и отрицательных пластин вставляется в коробку.

Между положительными и отрицательными пластинами прокладывают изолирующие эбонитовые прокладки.

Между крайними положительными пластинами и стенками коробки прокладок не делают, поэтому сосуд аккумулятора имеет сообщение с положительным его полюсом.

Активная масса пластин. Активной массой положительной пластины является гидрат окиси никеля или водная окись никеля с примесью графита для улучшения проводимости, а активной массой отрицательной пластины является губчатый кадмий с примесью железа, предохраняющего кадмий от спекания.

Электролит аккумуляторов. Электролитом в щелочных аккумуляторах является раствор химически чистого едкого калия с удельным весом 1,21 (по Боме 25°).

Едкий калий в химическом отношении представляет собой гидрат окиси калия.

В твёрдом виде едкий калий имеет белый цвет и легко растворяется в воде.

Приготовление раствора едкого калия. Берут запаянную банку с твёрдым едким калием и, предварительно взвесив её, вскрывают. Затем чистым железным зубилом отбивается небольшое количество едкого калия. Вторично взвешивая банку, определяют взятое количество. Отбитые куски при помощи железных щипцов опускают в чистый стеклянный, железный, чугунный или эмалированный сосуд, в котором налита дестиллированная вода, вес которой в 2 раза больше, чем вес твёрдого едкого калия.

Электролит размешивают железной или стеклянной палочкой до полного растворения. Раствор при этом нагревается.

После того как раствор остынет, измеряется его плотность, которая должна быть около 25° Боме. Если плотность больше, добавляют дестиллированной воды, если меньше — добавляют небольшой кусочек едкого калия.

Остывший раствор наливают в аккумуляторы при помощи стеклянной воронки.

После приготовления электролита банка с едким калием должна быть вновь запаяна.

Обращаться с едким калием надо осторожно, так как он ядовит. Едкий калий является сильно действующей щёлочью; попадая на шерстяные ткани и кожаную обувь, он разрушает их; попадая на руки — разъедает кожу рук.

Для нейтрализации попавшего на руки или ткань едкого калия служит раствор борной или лимонной кислоты.

Кроме кристаллического, твёрдого едкого калия, возможно применять концентрированный водный раствор его, который перед употреблением растворяют в дестиллированной воде до требуемой плотности. Хранят концентрированный раствор в хорошо закупоренных бутылях, в которые не проникает воздух.

Заряд и разряд аккумуляторов. Аккумуляторы заряжают или от специальных зарядных агрегатов, или от осветительной сети постоянного тока. Заряд можно произвести и от сети переменного тока, но для этого надо предварительно переменный ток выпрямить.

Заряд производится током той силы, которая указана в паспорте аккумулятора. Нормально считается, что сила тока заряда не должна составлять больше $\frac{1}{4}$ части ёмкости аккумулятора. Например, аккумулятор ёмкостью 60 *а-ч* следует заряжать током силою 15 *а*.

Если требуется ускорить заряд, надо производить его в течение $2\frac{1}{2}$ часов удвоенной силой тока и $1\frac{1}{2}$ часа нормальной зарядной силой тока. Например, аккумулятор ёмкостью 60 *а-ч* в течение $2\frac{1}{2}$ часов заряжают силой тока 30 *а* и $1\frac{1}{2}$ часа нормальной силой тока, т. е. 15 *а*.

При заряде аккумуляторов помещение должно вентилироваться для удаления газов. В зарядном помещении строго воспрещается зажигать огонь, так как от образующихся газов может получиться взрыв (из смеси водорода с кислородом образуется гремучий газ).

Конец заряда определяется или по времени, или по напряжению батареи, у которой в конце заряда напряжение на 1 элемент достигает 1,8 *в*. Например, аккумулятор типа 17НКН-45 при заряде током силою в 11 *а* должен заряжаться 6 час. Конец заряда аккумулятора можно определить по величине напряжения батареи (в этом случае показания должны быть 30,6 *в*, т. е. 1,8 *в* на каждый аккумуляторный элемент).

Разряд аккумулятора должен происходить силой тока, не превышающей данных паспорта аккумулятора.

Нормально сила тока разряда должна быть не больше $\frac{1}{8}$ его ёмкости. Например, аккумулятор в 22 *а-ч* можно разряжать током в 2,75 *а*.

Аккумуляторный элемент нельзя разряжать ниже 1,1 *в*, так как напряжение после 1,1 *в* так быстро падает, что аккумулятор теряет свою ёмкость.

Для характеристики аккумулятора на рис. 259 даны кривые заряда и разряда щелочного аккумулятора в зависимости от времени.

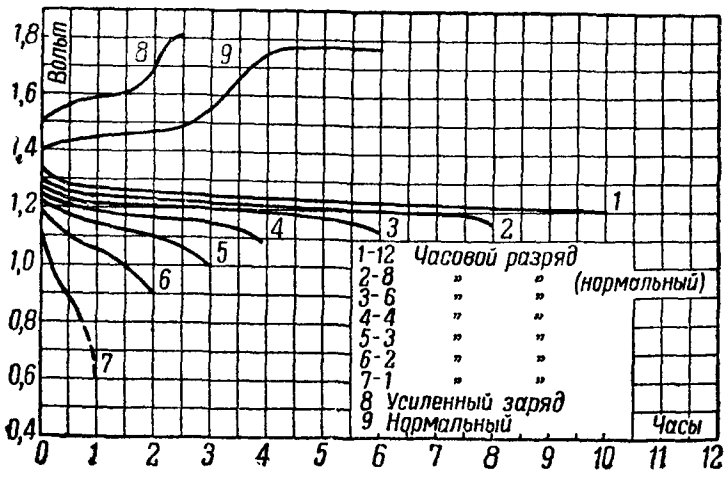


Рис. 259. Кривые заряда и разряда щелочного аккумулятора

Содержание и эксплоатация аккумуляторов. При составлении аккумуляторов в батареи и их испытании надо следить за тем, чтобы не произошло короткого замыкания, а также, чтобы не было посторонних предметов между отдельными банками аккумуляторов.

Неокрашенные части банок и все соединительные планки должны быть смазаны вазелином. Запрещается смазывать резинки, имеющиеся на пробках аккумуляторов, во избежание их разложения.

Приготовляя раствор едкого калия, нужно иметь в виду, что при приготовлении жидкость сильно нагревается. Ей нужно дать остыть до температуры окружающего воздуха, после чего можно производить заливку аккумулятора. Доливают аккумуляторы электролитом или водой до начала заряда.

Для определения плотности электролита в аккумуляторах его периодически проверяют. Проверку следует делать после заряда; плотность в этом случае должна быть не менее 21° и не выше 25° по Боме.

Для предохранения электролита от углекислоты, которая проникает в аккумулятор из воздуха, необходимо вливать в аккумулятор несколько капель чистого вазелинового масла, которое создаёт плёнку на поверхности электролита и таким образом предохраняет раствор от проникновения в него углекислоты.

Время от времени следует заменять электролит в аккумуляторе, так как при работе постепенно образуется вредный для электролита углекислый калий (поташ).

Замену электролита надо производить, когда содержание поташа в нём станет больше нормы, или он загрязнится настолько, что ёмкость начнёт заметно падать, или электролит в конце заряда сильно пенится. Обычно электролит заменяют через 50 заряд-разрядных циклов. Если аккумулятор понижает свою ёмкость раньше этого срока, то немедленно заменяют электролит свежим.

Перед заменой электролита аккумулятор разряжают нормальной силой тока до 1,1 *в* на каждый элемент, выливают старый электролит и промывают аккумулятор дестиллированной водой до полного удаления осадков.

После промывки повёртывают элемент вверх дном, дают воде стечь, после чего заливают свежий электролит и ставят на заряд.

Щелочный аккумулятор разрушается от действия кислот, поэтому его нельзя держать в одном помещении с кислотными аккумуляторами.

После заряда аккумулятора его нужно оставить на 2 часа с открытыми пробками, затем пробки можно закрыть и аккумулятор поставить на разряд. Если времени недостаточно, то нужно после заряда аккумулятор с открытыми пробками поставить на разряд через соответствующую нагрузку на 15 мин. и затем, закрыв пробки, поставить на нормальный разряд.

При разряде аккумулятора более сильным током необходимо следить, чтобы температура электролита не превышала 40°. После разряда аккумулятор следует сразу поставить на заряд. Если сразу этого сделать нельзя, можно оставить его в разряженном состоянии, но при последующем заряде дать ток на 10% больше нормального.

Схема заряда щелочных аккумуляторов такая же, как и для кислотных аккумуляторов (рис. 253).

Расчёт реостата ведётся по формуле, как и для кислотных аккумуляторов, а именно:

$$R_x = \frac{U_c - U_{ак}}{I_з}.$$

Пример. Требуется зарядить аккумулятор типа 17НКН-45 от сети постоянного тока в 120 *в*. Какой должен быть поставлен реостат для этой цели?

Решение. 1. В начале заряда напряжение всей батареи будет

$$U_{ак} = 17 \cdot 1{,}1 = 18{,}7 \text{ в},$$

так как один элемент имеет $U = 1{,}1$ *в*.

Практически же сразу после включения рубильника на заряд противоэлектродвижущая сила аккумулятора увеличивается и напряжение достигает 1,2 *в* на элемент. Поэтому напряжение батареи будет

$$U_{ак} = 17 \cdot 1{,}2 = 20{,}4 \text{ в}.$$

Значит, реостат должен быть

$$R_x = \frac{U_c - U_{ак}}{I_з} = \frac{120-20{,}4}{11} = \frac{99{,}6}{11} \approx 9{,}05 \text{ ом}.$$

2. В конце заряда напряжение у каждого элемента повышается до 1,8 *в*; следовательно, напряжение всей батареи будет:

$$U_{ак} = 17 \cdot 1{,}8 = 30{,}6 \text{ в},$$

и реостат должен быть

$$R_x = \frac{U_c - U_{ак}}{I_з} = \frac{120-30{,}6}{11} = \frac{89{,}4}{11} \approx 8{,}1 \text{ ом}.$$

Типы щелочных аккумуляторов. Наши заводы изготовляют различные типы аккумуляторов. Для телеграфных целей наиболее употребительны НКН-10, НКН-22, НКН-45, НКН-60, НКН-100, данные которых и помещены в таблице 11.

Таблица 11

Основные данные щелочных аккумуляторов

Тип	Материал сосуда	Режим разряда (продолжительность) в часах	Нормальная ёмкость в *а-ч*	Сила разрядного тока в *а*	Нормальный зарядный ток в *а*	Количество электролита на один аккумулятор в *л*	Приблизительный вес в *кг*	Примечание
НКН-10	Железо	8	10	1,25	2,5	0,12	0,75	Изготовляется в виде батарей и элементов 4 и 5
НКН-22	„	8	22	2,75	5,5	0,27	1,35	То же, 10 и 17
НКН-45	„	8	45	5,65	11,25	0,45	2,3	То же, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 и 17
НКН-60	„	8	60	7,5	15,0	0,75	3,9	То же, 4, 5, 7 и 10
НКН-100	„	8	100	12,5	25,0	1,20	5,55	То же, 4, 5 и 10

Примечание. Цифра, обозначающая число элементов в батарее, ставится перед названием типа, например, 10НКН-45 или 1НКН-22. Последняя цифра показывает ёмкость аккумулятора в ампер-часах.

§ 82. РАСЧЕТ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЕЙ

Рассмотрим способы расчёта питания телеграфных цепей как от отдельных источников тока, так и от общей аккумуляторной батареи.

Расчёт источников тока может быть произведён:

— без учёта влияния утечки тока, т. е. когда телеграфная цепь условно считается совершенно изолированной;

— с учётом влияния утечки тока, т. е. когда телеграфная цепь считается не вполне изолированной.

Второй расчёт хотя и даёт более точные результаты, но он довольно сложен.

Для военных линий длиной до 100—200 *км* с практически достаточной точностью применяют первый расчёт, который значительно проще второго. Кроме того, точность расчёта по первому способу можно повысить путём увеличения числа элементов к расчётному числу, пользуясь особой таблицей, составленной на основании эксплоатационной практики.

Расчёт источников тока для одиночных телеграфных цепей. Существует три способа расчёта батарей (без учёта утечки):

— простейший способ;

— расчёт по графику;

— расчёт по закону Ома

Простейший способ и расчёт по графику применяют только для цепей с аппаратами Морзе. Расчёт по закону Ома можно применять для любых систем аппаратов. Расчёт по закону Ома даёт достаточно точные результаты и может быть применён для цепей аппаратов как симплексных, так и дуплексных схем.

Простейший расчёт источников тока. Простейший расчёт производят, исходя из следующих соображений. Если известно, какое сопротивление может преодолеть один элемент того или иного типа при определённой силе тока, то, разделив общее сопротивление цепи на сопротивление, преодолеваемое одним элементом, можно узнать, какое количество элементов надо взять для всей цепи. Так как в этом случае не учитывается внутреннее сопротивление элементов и утечка тока на линии, то к полученному количеству элементов надо прибавить ещё от 5 до 20%. Процент надбавки зависит от длины и типа линии: чем линия длиннее, тем больше надо прибавлять элементов. Практически при расчёте по этому способу первичных источников тока к полученному результату прибавляют на каждые 10 элементов 2—3 элемента, что вполне компенсирует падение напряжения внутри батареи и утечку тока на линии.

Постоянная величина «*a*» для различных типов элементов, указывающая, какое сопротивление в омах преодолевает один элемент при силе тока в 10 и 15 *ма*, дана в таблице 12.

Таблица 12

Данные для определения количества элементов, необходимых для питания телеграфной цепи

№ по пор.	Тип элемента	При какой силе тока в *а*	Коэфициент „*a*", показывающий, какое количество омов преодолевает один элемент	Формула для расчёта
1	Угольно-цинковые элементы (сухие и водоналивные)	0,010 / 0,015	150 / 100	$n = \frac{R_{вн}}{a}$, где n — число потребных элементов; $R_{вн}$ — внешнее сопротивление; a — постоянное число
2	Аккумуляторы кислотные . . .	0,010 / 0,015	200 / 125	
3	Аккумуляторы щелочные	0,010 / 0,015	120 / 80	

Пример 1. Рассчитать, какое количество элементов 3В надо поставить для питания двух аппаратов Морзе военного образца, работающих по кабельной телеграфной линии (ПТГ-19) длиной 28 *км*. Сопротивление обоих заземлений 60 *ом*. Сила тока 15 *ма*.

Решение. Сопротивление каждого аппарата Морзе 340 *ом*, сопротивление 1 *км* кабеля ПТГ-19—45 *ом*, а сопротивление заземления 60 *ом*, тогда внешнее сопротивление всей цепи будет равно:

$$R_{вн} = 2 \cdot 340 + 28 \cdot 45 + 60 = 2\,000 \text{ ом}.$$

Число потребных элементов для цепи будет равно:

$$n = \frac{R_{вн}}{a} = \frac{2\,000}{100} = 20 \text{ элементов}.$$

Число элементов с учётом внутреннего сопротивления их и утечки тока на линии будет на 20% больше:

$$n = 20 + 20 \cdot 0{,}2 = 24 \text{ элемента}.$$

Расчёт по графику. Чтобы освободиться от вычислений и получить более точные результаты, пользуются заранее составленными графиками. График ускоряет процесс расчёта, не требует длительных вычислений, прост в обращении и даёт достаточно точные результаты. Такие графики по своему типу и характеру построения могут быть разные.

Один из таких графиков дан на рис. 260. График позволяет рассчитать потребное напряжение и число угольно-цинковых эле-

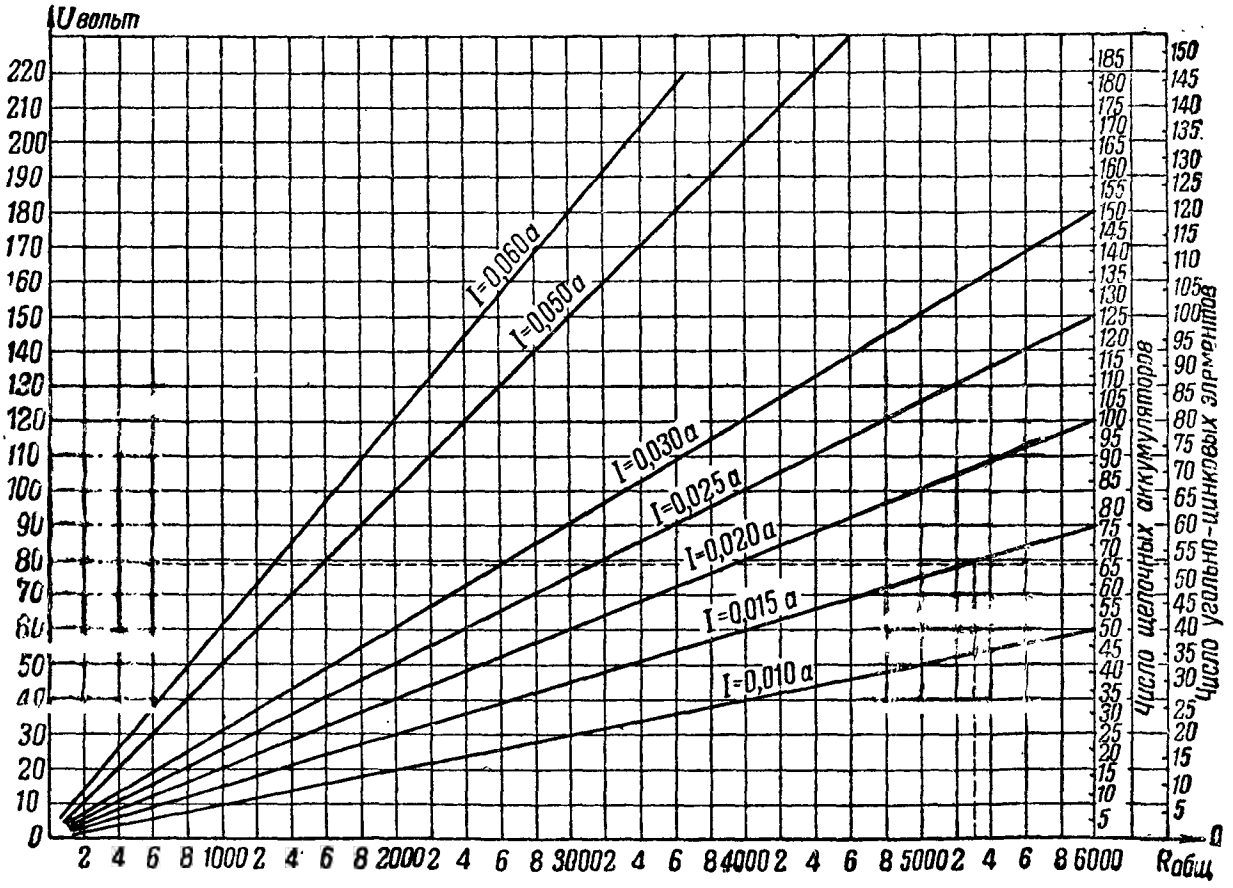


Рис. 260. График для расчёта напряжения и количества элементов для питания телеграфной цепи

ментов или щелочных аккумуляторов, которые необходимо взять для питания телеграфной цепи. График расчёта батарей составлен для любых систем аппаратов, исходя из формулы

$$U = I \cdot R,$$

но без учёта внутреннего сопротивления батареи и тока утечки. Поэтому, применяя расчёт по графику для длинных линий и линий с плохой изоляцией, надо к полученному результату производить процентную надбавку, как мы это делали при простейшем способе расчёта, или задаваться силой тока, несколько выше нормальной.

График имеет семь наклонных прямых; каждая из них имеет надпись, для какой силы тока она построена. Задавшись требуемой силой тока для той или иной системы аппаратов, надо выбрать соответствующую прямую и вести по ней расчёт.

Количество прямых графика вполне обеспечивает любой расчёт элементов для любых систем наших телеграфных аппаратов.

Слева на оси ординат отмечены величины напряжений, которые будут получаться в результате вычислений, а справа — число элементов и аккумуляторов. На оси абсцисс ($R_{общ}$ *ом*) отмечено общее внешнее сопротивление телеграфной цепи до 6 000 *ом*.

Расчёт по графику нужно вести так:

1. Задаться силой тока, при которой должны работать аппараты.

2. Определить общее внешнее сопротивление телеграфной цепи, куда должно войти сопротивление аппаратов линии и заземлений:

$$R_{общ} = R_{ап} + R_{л} + R_{з}. \qquad (78)$$

3. Найти полученное сопротивление на оси абсцисс ($R_{общ}$ *ом*) и провести от неё вертикальную прямую до пересечения с наклонной прямой, соответствующей требуемой силе тока.

4. Из точки пересечения провести горизонтальную прямую влево и по оси ординат ($U_{вольт}$) определить требуемое напряжение.

5. Провести прямую вправо и по вертикальным прямым (элементы или аккумуляторы) определить число элементов или аккумуляторов.

Пример 2. Три аппарата Морзе образца 1936 г. работают по постоянному стальному проводу диаметром 3 *мм*, длиной 60 *км*, скрещенному далее с кабельной телеграфной линией (ПТГ-19) длиной 29 *км*. Изоляция хорошая. Сопротивление обоих заземлений 65 *ом*. Рассчитать по графику: 1) какое нужно напряжение для работы этой цепи; 2) число элементов; 3) число аккумуляторов при силе тока 0,015 *а*.

Решение. 1. Сила тока в цепи должна быть 0,015 *а*.

2. Подсчитываем общее внешнее сопротивление цепи:

$$R_{общ} = R_{ап} + R_{л} + R_{з} = 3 \cdot 610 + 60 \cdot 18 + 29 \cdot 45 + 65 =$$
$$= 1\,830 + 1\,080 + 1\,305 + 65 = 4\,280 \text{ ом}.$$

3. Находим сопротивление 4 280 *ом*, округляя до 4 300 *ом* на оси абсцисс ($R_{общ}$ *ом*), и проводим вертикальную прямую до пересечения с наклонной прямой, имеющей надпись 0,015 *а*.

4. Из точки пересечения ведём горизонтальную прямую влево и находим значение потребного напряжения. Оно будет около 64 *в*.

5. Ведём прямую вправо из точки пересечения и соответственно находим число щелочных аккумуляторов—54 и число угольно-цинковых элементов—43. Разумеется, что аккумуляторы и элементы в батарее должны соединяться последовательно.

Расчёт источников тока по формуле закона Ома. Известно, что сила тока в цепи при последовательном соединении элементов определяется по формуле

$$I = \frac{e \cdot n}{R + r_0 n},$$

где I — сила тока в цепи;
e — ЭДС одного элемента;
R — внешнее сопротивление цепи;
r_0 — внутреннее сопротивление одного элемента;
n — число последовательно соединённых элементов в батарее.

Зная эти величины из условий задачи, мы можем найти n, т. е. число потребных элементов, необходимых для питания телеграфной цепи, по формуле

$$n = \frac{I \cdot R}{e - Ir_0}.$$

Эта последняя формула и служит для расчёта количества элементов или аккумуляторов, нужного для питания линейных цепей любых телеграфных аппаратов. Расчёт по этой формуле даёт точные результаты только при относительно коротких линиях (на воздушных постоянных линиях до 200 *км*). На длинных воздушных постоянных линиях и на полевых кабельно-шестовых, с пониженной изоляцией, необходимо к полученному по формуле результату прибавлять от 5 до 20% элементов. С удлинением линии общее сопротивление изоляции провода уменьшается, следовательно, чем длиннее линия, тем больше надо прибавлять элементов к расчётному числу, полученному по формуле Ома. Если мы имеем постоянные провода, необходимую поправку к числу элементов, полученных по формуле, дают в соответствии с графой 3 таблицы 13.

Таблица 13

Величины процентной надбавки для компенсации утечки тока на длинных постоянных линиях

Длина провода в *км*	Основная формула	Процент надбавки к числу элементов, полученных по формуле
До 200	$n = \frac{I \cdot R}{e - Ir_0}$	Без надбавки
От 200 до 300		1,4
От 300 до 400		6,5
От 400 до 500		7,6
От 500 до 600		9,3

Для полевых кабельно-шестовых линий подобную таблицу составить очень трудно, так как электрические данные этих линий и, в частности, их сопротивление и изоляция бывают различными для каждой отдельной линии. Особенно это касается полевого телеграфного кабеля, сопротивление изоляции которого сильно меняется в зависимости от способа и места прокладки его. Поэтому при расчёте питания, при работе по полевым кабельно-шестовым линиям надо всегда проверять результаты расчёта путём практического измерения силы исходящего и входящего токов и определять, достаточен ли он для нормальной работы аппарата данной системы или нет.

Чтобы быстро и правильно решать задачи на расчёт батарей по формуле закона Ома, надо придерживаться некоторой последовательности в записи и самом решении; иными словами, надо знать методику решения задачи. Эту методику решения мы подробно и рассмотрим на примере.

Пример 3. Три аппарата Морзе военного образца на постоянном токе работают по кабельной телеграфной линии (кабель ПТГ-19) длиной 12 *км*, скрещенной с шестовой линией в 20 *км*. Сопротивление обоих заземлений $R_з = 120$ *ом*. Какое количество элементов 3С необходимо для работы этих аппаратов, чтобы сила тока в цепи была 0,015 *а*? Как расставить элементы на станциях, чтобы сделать питание каждой станции независимым от повреждения любого участка линии?

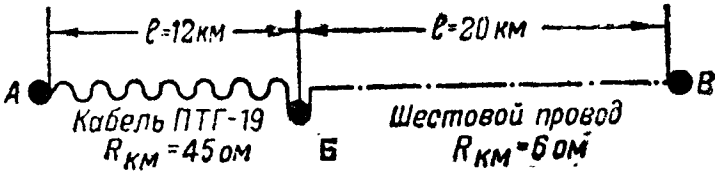


Рис. 261а

Прежде всего надо изобразить условия этой задачи графически, как указано на рис. 261а. На листке бумаги изображают условными знаками чертёж телеграфной цепи, слева записывают условия задачи, а правее оставляют свободное место для записи. Подготовив таким образом бумагу, приступают к решению задачи в такой последовательности:

1. Пишут формулу:

$$n = \frac{I \cdot R}{e - Ir_0}.$$

2. Подсчитывают внешнее сопротивление по формуле

$$R = R_{ап} + R_л + R_з,$$

подставляя в неё числа из условия задачи

$$R = 3 \cdot 340 + 12 \cdot 45 + 20 \cdot 6 + 120 = 1\,020 + 540 + 120 + 120 = 1\,800 \text{ ом}.$$

3. Подсчитав внешнее сопротивление R, подставляют его значение в формулу пункта 1 и производят вычисление:

$$n = \frac{0{,}015 \cdot 1\,800}{1.5 - 0{,}015 \cdot 0{,}25} = \frac{27}{1{,}5} = 18 \text{ элементов}.$$

4. Прибавив четыре элемента на утечку, получаем 22 элемента.

Так как телеграфная цепь работает на постоянном токе, то батарею мы можем поставить на любой станции, хотя бы на оконечной станции *А*. Но, сделав это, мы не выполним второго поставленного нам условия, т. е. не обеспечим независимости питания станций от повреждений отдельных участков линии. В самом деле, если провод между станциями *А* и *Б* будет оборван, то оставшиеся две станции *Б* и *В* работать не смогут, так как они остались без источников тока. Поэтому элементы надо распределить хотя бы по двум станциям. Как же это сделать?

Оказывается, распределить их поровну тоже нельзя, так как сопротивления участков линии между станциями *А* и *Б* и между станциями *Б* и *В* неодинаковы. Следовательно, если мы распределим элементы поровну между станциями *А* и *В*, то при работе станций *А* и *Б* между собой ток будет меньше 0,015 *а*, а при работе станций *Б* и *В* между собой ток будет больше 0,015 *а*. Поэтому при разных сопротивлениях линий между станциями элементы надо делить прямо пропорционально сопротивлениям участков.

Определим это для нашего случая.

Подсчитаем всё сопротивление цепи в случае, если будут работать между собой станции *А* и *Б*.

$$R = R_{ап} + R_{л} + R_{з} = 2 \cdot 340 + 12 \cdot 45 + 2 \cdot 60 = 680 + 540 + 120 = 1\,340 \text{ ом}.$$

Соответственно определим сопротивление второго участка, когда будут работать между собой станции *Б* и *В*:

$$R = 2 \cdot 340 + 20 \cdot 6 + 2 \cdot 60 = 680 + 120 + 120 = 920 \text{ ом}.$$

Прямо пропорционально этим сопротивлениям и надо разделить элементы, для чего проделаем следующее.

Сложим полученные сопротивления участков:

$$1\,340 + 920 = 2\,260 \text{ ом}.$$

Если на 2 260 *ом* мы имеем всего 22 элемента, то на 1 *ом* их будет:

$$\frac{22}{2\,260} \text{ элемента.}$$

Первый участок от *А* до *Б* имеет сопротивление 1 340 *ом*; следовательно, и элементов на станции *А* надо поставить:

$$\frac{22}{2\,260} \cdot 1\,340 = 13 \text{ элементов.}$$

На второй участок от *Б* до *В* надо поставить оставшиеся, т. е. 22—13 = 9 элементов, которые установим на станции *В*.

Совершенно очевидно, что только при таком распределении элементов мы обеспечим независимость питания станций, и тогда каждая пара станций может работать независимо.

Теперь, после подробного методического разбора решения задачи, рассмотрим, как надо изобразить её графически на листе бумаги, соблюдая последовательность записи условий задачи и её решения.

При решении всех задач на расчёт питания надо придерживаться приведенной ниже формы.

Образец записей решения примера на расчет питания

Условия	I. Решение
1. Морзе военного образца—постоянный ток.	1. $R = R_{ап} + R_л + R_з = 3 \cdot 340 + 12 \cdot 45 + 20 \cdot 6 + 120 = 1\,020 + 540 + 120 + 120 = 1\,800$ *ом*.
2. Линия комбинированная.	2. $n = \frac{I \cdot R}{e - Ir_0} = \frac{0{,}015 \cdot 1800}{1{,}5 - 0{,}015 \cdot 0{,}25} = \frac{27}{1{,}5} = 18$ элементов.
3. $I = 0{,}015$ *а*.	3. $n = 18 + 4 = 22$ элемента.
4. $R_з = 120$ *ом*.	II. Распределение элементов по станциям *А* и *В*:
5. Элемент ЗС: $e = 1{,}5$ *в*; $r_0 = 0{,}25$ *ом*.	1. $R_{АБ} = R_{ап} + R_л + R_з = 2 \cdot 340 + 12 \cdot 45 + 2 \cdot 60 = 680 + 540 + 120 = 1\,340$ *ом*.
	2. $R_{БВ} = R_{ап} + R_л + R_з = 2 \cdot 340 + 20 \cdot 6 + 2 \cdot 60 = 680 + 120 + 120 = 920$ *ом*.
6. $n = ?$	3. $R = R_{АБ} + R_{БВ} = 1\,340 + 920 = 2\,260$ *ом*.
7. Как распределить элементы?	4. На 1 *ом* сопротивления приходится: $\frac{22}{2\,260}$ элементов.
	5. На ст. *А* для участка *АБ* $n = \frac{22}{2\,260} \cdot 1\,340 = 13$ элементов.
	6. На ст. *В* для участка *БВ* $n = 22 - 13 = 9$ элементов.

Пример 4. Два аппарата Морзе военного образца на постоянном токе работают по телеграфному кабелю ПТГ-19 длиной 10 *км*, скрещенному с 3-*мм* стальным проводом длиной 80 *км* (рис. 261б). Изоляция линии хорошая. Рассчитать количество щелочных аккумуляторов для питания этой цепи при силе тока $I = 0{,}010$ *а*. Сопротивление обоих заземлений $R_з = 130$ *ом*.

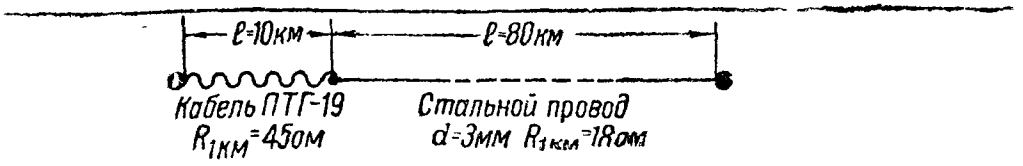


Рис. 261б.

Условия	Решение
1. Морзе военного образца—постоянный ток. 2. Линия комбинированная. 3. $I = 0{,}010$ *а*. 4. $R_з = 130$ *ом*. 5. Аккумуляторы щелочные: $e = 1{,}2$ *в*; $r_0 = 0{,}03$ *ом*. 6. $n = ?$	1. $R = R_{ап} + R_л + R_з = 2 \cdot 340 + 10 \cdot 45 + 80 \cdot 18 + 130 =$ $= 680 + 450 + 1\,440 + 130 = 2\,700$ *ом*. 2. $n = \frac{I \cdot R}{e - Ir_0} = \frac{0{,}01 \cdot 2\,700}{1{,}2 - Ir_0} = \frac{0{,}01 \cdot 2\,700}{1{,}2} =$ $= \frac{27}{1{,}2} = 22{,}5 \cong 23$ элемента [1]. 3. Прибавляем на утечку 2 элемента и получаем $23 + 2 = 25$ элементов, или 5 ящиков аккумуляторов типа 5НКН. Очевидно, что элементы могут быть расположены или на одной или на обеих станциях.

Пример 5. Два аппарата СТ-35 работают по шестовой линии длиной 20 *км*, скрещенной с постоянным проводом диаметром 3 *мм*, длиной 70 *км* (рис. 261в). Изоляция провода плохая. Аппараты с фильтрами. Рассчитать количество щелочных аккумуляторов для их питания при $I = 0{,}050$ *а*. Сопротивление обоих заземлений $R_з = 90$ *ом*.

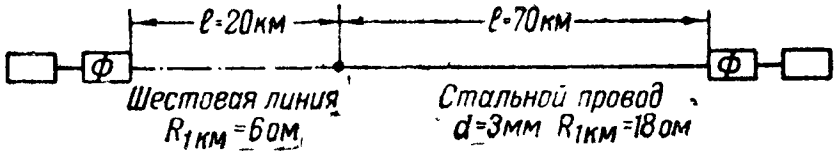


Рис. 261в.

Условия	Решение
1. Два аппарата СТ-35 $R_э = 450$ *ом*, $R_ф = 280$ *ом*. 2. Линия комбинированная. 3. $I = 0{,}050$ *а*. 4. $R_з = 90$ *ом*. 5. Щелочные аккумуляторы: $e = 1{,}2$ *в*; $r_0 = 0{,}03$ *ом*. 6. $n = ?$	1. $R = R_{ап} + R_л + R_з = 2 \cdot 450 + 2 \cdot 280 + 20 \cdot 6 + 70 \cdot 18 +$ $+ 90 = 900 + 560 + 120 + 1\,260 + 90 = 2\,930$ *ом*. 2. $n = \frac{I \cdot R}{e - Ir_0} = \frac{0{,}050 \cdot 2\,930}{1{,}2} = \frac{146{,}5}{1{,}2} = 122$ аккумулятора или 7 ящиков 17НКН [2]. 3. Так как изоляция линии плохая, то прибавляем около 13%, т. е. 10 элементов, и получаем $n = 122 + 10 = 137$ элементов. 4. Рассредоточиваем их на обе станции поровну, так как в этом случае при утечке на проводе аппараты будут работать устойчивее.

[1] Ввиду малого падения напряжения внутри аккумулятора этой величиной пренебрегаем.

[2] Падением напряжения внутри аккумулятора пренебрегаем, так как оно мало.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие источники тока применяются для питания телеграфных станций?
2. Каким требованиям должны удовлетворять источники тока?
3. Каков принцип действия гальванических элементов?
4. Что такое поляризация элемента?
5. Что такое деполяризатор и для чего он нужен в элементах?
6. Что такое саморазряд в элементах?
7. Как устроены сухой и водоналивной элементы? Какие типы их вы знаете и каковы их электроданные?
8. Как заряднть водоналивной элемент?
9. Как соединяются элементы в батарее?
10. Что такое последовательное соединение элементов, где и когда рекомендуется его применять? Чему равны ЭДС и внутреннее сопротивление батареи из последовательно соединенных элементов?
11. Какова формула для силы тока в батарее, при последовательно соединенных элементах, включенной на внешнюю цепь с сопротивлением R?
12. Как соединяются элементы параллельно и смешанно в батарее? Охарактеризуйте параллельное и смешанное соединения.
13. Каковы формулы для расчёта силы тока при параллельном и смешанном соединениях при сопротивлении внешней цепи R?
14. Какие типы аккумуляторов применяют для питания аппаратуры ВТС?
15. Каковы преимущества и недостатки кислотного аккумулятора?
16. Перечислите электроданные кислотного аккумулятора.
17. Как составляется электролит для кислотного аккумулятора?
18. Как надо заливать электролит в аккумулятор?
19. Какой плотности должен быть электролит?
20. Как включить аккумулятор на заряд? Поясните это по схеме.
21. Какова роль реостата в зарядной схеме?
22. Перечислите преимущества щелочного аккумулятора.
23. Расскажите, как устроены пластины щелочного аккумулятора.
24. Сколько пластин положительных и сколько отрицательных в щелочном аккумуляторе и кислотном? Есть ли разница?
25. Почему положительные пластины делают толще отрицательных?
26. Перечислите электроданные щелочного аккумулятора.
27. Какое значение имеет вентильная пробка?
28. Как составляется щелочной электролит и какой плотности он берется?
29. Как заряжают аккумулятор? Поясните по схеме и практически.
30. Каковы признаки окончания заряда в щелочном аккумуляторе?
31. Почему необходимо открыть пробки при заряде аккумулятора?
32. Перечислите основные правила наблюдения за аккумулятором во время заряда.
33. Перечислите основные правила по уходу и содержанию аккумуляторов.

ГЛАВА XII

ТЕЛЕГРАФНЫЕ КОММУТАТОРЫ

§ 83. НАЗНАЧЕНИЕ И ТИПЫ ТЕЛЕГРАФНЫХ КОММУТАТОРОВ

На узлах связи для переключения проводов, аппаратуры и питания оборудуется так называемый кросс. Кроссом принято называть устройство, обеспечивающее различные взаимные переключения (коммутацию) проводов от линий, аппаратуры и батарей в любой комбинации. Кроме того, с кросса узла испытывают провода при их повреждении и проводят различные измерения, обусловливаемые службой эксплоатации средств связи.

Для оборудования кроссов проводных узлов связи и кроссов контрольно-испытательных пунктов (КИП) применяют телеграфные коммутаторы различной ёмкости и конструкции, в которые заводят провода от линий и всех станционных приборов, аппаратов и батарей. Тип коммутатора и его ёмкость для данного кросса выбирается в зависимости от числа проводов, принимаемых на данный узел, и числа телеграфных аппаратов, устанавливаемых на военно-телеграфной станции (ВТС) узла.

Телеграфные коммутаторы, установленные на кроссе узла связи, обеспечивают:

а) максимальное удобство управления всеми техническими средствами связи узла (проводами, аппаратами, питанием и т. п.);

б) любые взаимные переключения проводов, аппаратов и источников тока узла связи;

в) разнообразные испытания и измерения проводов, источников питания и заземлений узла, благодаря чему ускоряется отыскание повреждений как на линии, так и на самом узле, отчего связь работает более надёжно.

Войска связи применяли и применяют сейчас телеграфные коммутаторы разных конструкций. За время Отечественной войны разнотипность коммутаторов ещё более увеличилась, так как для нужд фронта были выпущены так называемые упрощённые коммутаторы.

Ниже описываются следующие телеграфные коммутаторы:

1) швейцарские коммутаторы;
2) коммутатор упрощённый типа ЛБК-19/14;
3) коммутатор типа ЛБК-20/12.

§ 84. ШВЕЙЦАРСКИЕ ТЕЛЕГРАФНЫЕ КОММУТАТОРЫ

Швейцарские ламельные коммутаторы по своему устройству наиболее просты. Они применяются как на небольших, так и на относительно крупных военно-телеграфных станциях. Обычно считают, что применение этих коммутаторов выгодно, когда на станции не более 10 аппаратов. Если же на станции больше

10 аппаратов, выгоднее применять коммутаторы других типов. Это объясняется тем, что оборудование кросса с швейцарскими коммутаторами становится громоздким, а его обслуживание усложняется.

Устройство швейцарских коммутаторов

Швейцарские коммутаторы устроены следующим образом (рис. 262а).

На деревянной раме *1* закрепляются латунные ламели, в два ряда один над другим. Нижний ряд ламелей *2* обычно называют

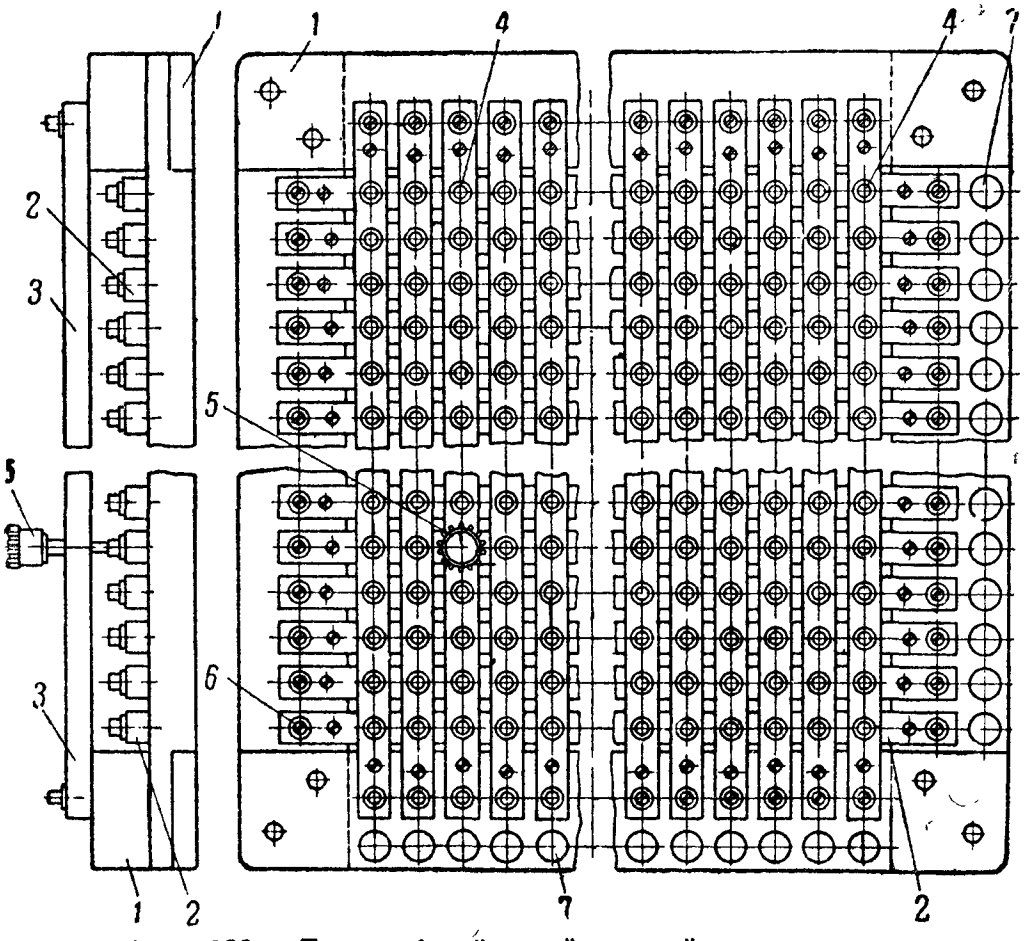


Рис. 262а. Телеграфный швейцарский коммутатор:
1 — деревянная рама; *2* и *3* — латунные ламели; *4* — гнёзда; *5* — штепсель; *6* — винт, *7* — бумажный кружок (шильдик)

горизонтальными, а верхний ряд ламелей *3* вертикальными. Вертикальные ламели размещаются над горизонтальными на некоторой высоте перпендикулярно и таким образом вертикальные ламели изолированы от горизонтальных воздушным промежутком.

Ламели в горизонтальном и вертикальном рядах размещаются параллельно, так чтобы они не касались друг друга, т. е. они также изолированы между собой воздушным промежутком. Ламели крепятся к раме шурупами.

Вертикальные и горизонтальные ламели имеют сквозные отверстия — гнёзда *4*, в которые вставляются специальные металлические штепсели *5*, соединяющие горизонтальные ламели с вертикальными.

Каждая ламель по концам имеет зажимные винты *6*, под которые подключаются провода от линий, аппаратов, заземлений, измерительных приборов, источников питания, в соответствии со схемой, составленной для данного проводного узла связи. На деревянной раме справа и внизу сделаны углубления, в которые вставляются шильдики *7* (бумажные кружки) для надписей, обозначающих провода, включаемые в ламели.

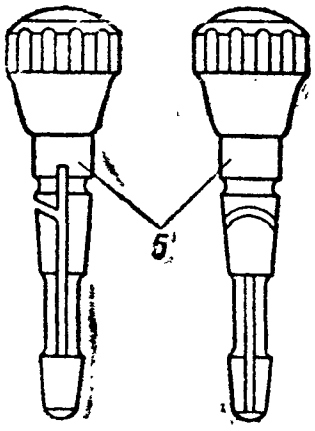


Рис. 262б. Штепсели швейцарского коммутатора:
5 — штепсели

Как уже было указано, горизонтальные и вертикальные ламели соединяются между собой с помощью специального штепселя *5* (рис. 262б). Штепсель *5* латунный, разрезанный вдоль с целью придания штепселю пружинящих свойств. Верхняя часть штепселя оканчивается головкой из изоляционного материала. При обслуживании швейцарских коммутаторов необходимо следить за тем, чтобы штепсели были всегда чистыми и исправными, иначе соединение ламелей будет ненадёжным из-за плохого контакта.

Швейцарские ламельные коммутаторы изготовляются с различным числом ламелей в ряду. Основные данные швейцарских телеграфных коммутаторов, применяемых войсками связи, приведены в таблице 14.

Таблица 14

Основные данные швейцарских коммутаторов

Тип коммутатора	Число ламелей	Число гнезд в ламели	Количество штепселей	Размеры коммутатора в *мм*		
				ширина	длина	высота
КЛ-12	12×12	12	14	328	328	50
КЛ-16	16×16	16	18	400	400	68
КЛ-24	24×24	24	26	544	544	68

Отметим, что во время войны были выпущены швейцарские коммутаторы облегчённого типа (ОШК), принцип устройства которых такой же, как и ламельных швейцарских коммутаторов; но облегчённые коммутаторы, как показывает практика их эксплоатации, хуже ламельных, поэтому применять облегчённые коммутаторы для оборудования кроссов не рекомендуется.

Как показал опыт Отечественной войны, швейцарские коммутаторы широко применялись не только на кроссах основных узлов связи, но и на тыловых и вспомогательных узлах, а также кроссах КИП.

Отметим, что швейцарские коммутаторы не имеют соединительного оборудования, приборов защиты и измерительных приборов. В каждом отдельном случае приходится составлять весь монтаж кросса заново. Это обстоятельство вынуждает части связи строить разного рода подставки или ящики под коммутатор, в которых обычно размещают приборы защиты, измерительные приборы, а монтаж коммутатора делают постоянным. Это мероприятие сокращает время на развёртывание кросса, и исключается надобность в монтаже проводов кросса при переходах узлов на новое место. Однако отсутствие соединительного оборудования при коммутаторе затрудняет и до известной степени ограничивает его применение в условиях полевой работы.

При эксплоатации швейцарских коммутаторов надо учитывать следующее:

— на коммутаторе легко закоротить ламели;

— переключения необходимо производить особенно внимательно, чтобы не перепутать гнёзд;

— периодически следует проверять надёжность соединения ламелей штепселями, так как работа во влажных помещениях влечёт быстрое окисление поверхности штепселей, а следовательно, и ухудшение контакта.

Обычно на кроссах устанавливают два швейцарских коммутатора: из них один используется как линейный, а другой как батарейный. Рассмотрим особенности использования линейного и батарейного швейцарских коммутаторов.

Линейный коммутатор. Швейцарский коммутатор, использованный на кроссе как линейный (*ЛК*), обеспечивает коммутацию линий (поэтому и называется линейным) по телеграфным аппаратам, включённым в данный *ЛК*. При включении проводов в линейный коммутатор надо соблюдать следующие правила:

а) Включение в вертикальные ламели (рис. 263,*а*). В порядке последовательности, считая слева направо, в вертикальные ламели *ЛК* включают:

— телеграфные провода по порядку, начиная с крайней ламели слева;

— провода от средних точек дифференциальных трансформаторов запикаренных телефонных цепей;

— провода от измерительных приборов кросса;

— землю в крайнюю ламель справа.

Правее ламелей измерительных приборов остаются свободные ламели на случай составления вариантов переключения на *ЛК*.

б) Включение в горизонтальные ламели (рис. 263, *а*). В порядке последовательности, считая сверху вниз, в горизонтальные ламели *ЛК* включают:

— линейные провода от аппаратов Бодо;

— линейные провода от аппаратов СТ-35;

— линейные провода от аппаратов Морзе;

— провода от служебной аппаратуры и измерительных приборов кросса.

Ниже ламелей измерительных приборов остаются свободные ламели на случай составления различных вариантов переключений на *ЛК*.

Две-три нижние ламели занимаются для соединения с батарейным коммутатором, из них нижняя обычно заземляется.

Отметим, что если на узле связи нет аппаратов Бодо, тогда первыми, считая сверху, включают провода от аппаратов СТ-35, ниже их Морзе и далее в той последовательности, как указано выше.

Батарейный коммутатор. Швейцарский коммутатор, используемый как батарейный (*БК*), обеспечивает коммутацию напряжений источников питания (почему и называется батарейным) по телеграфным аппаратам, включённым в *БК*. При включении проводов в батарейный коммутатор надо соблюдать следующие правила:

а) Включение в вертикальные ламели (рис. 263, *б*). В порядке последовательности, считая слева направо, в вертикальные ламели включают:

— батарейные провода от телеграфных аппаратов Бодо;

— батарейные провода от телеграфных аппаратов СТ-35;

— батарейные провода от телеграфных аппаратов Морзе;

— батарейные провода от испытательных аппаратов кросса;

— вольтметр в две крайние ламели справа.

Правее ламелей испытательных аппаратов остаются свободные ламели на случай составления вариантов переключения на *БК*.

Если на узле нет аппаратов Бодо, тогда первыми, считая слева, включают провода от аппаратов СТ-35, ниже их провода от аппаратов Морзе и далее в той последовательности, как указано выше.

б) Включение в горизонтальные ламели, когда в батарейном коммутаторе включены две линейные батареи (рис. 263,*б*), производится в такой последовательности, считая сверху вниз:

— сверху включают плюсовую линейную батарею в порядке уменьшения напряжения принятой градации (120 *в*, 100 *в* и т. д.);

— ниже последней плюсовой градации включают общий заземленный полюс обеих линейных батарей (нулевая ламель или батарейная земля);

— ниже нулевой ламели включают градации минусовой линейной батареи в порядке повышения напряжения принятой градации (20 *в*, 40 *в* и т. д.);

— ниже последней минусовой градации включают местную батарею;

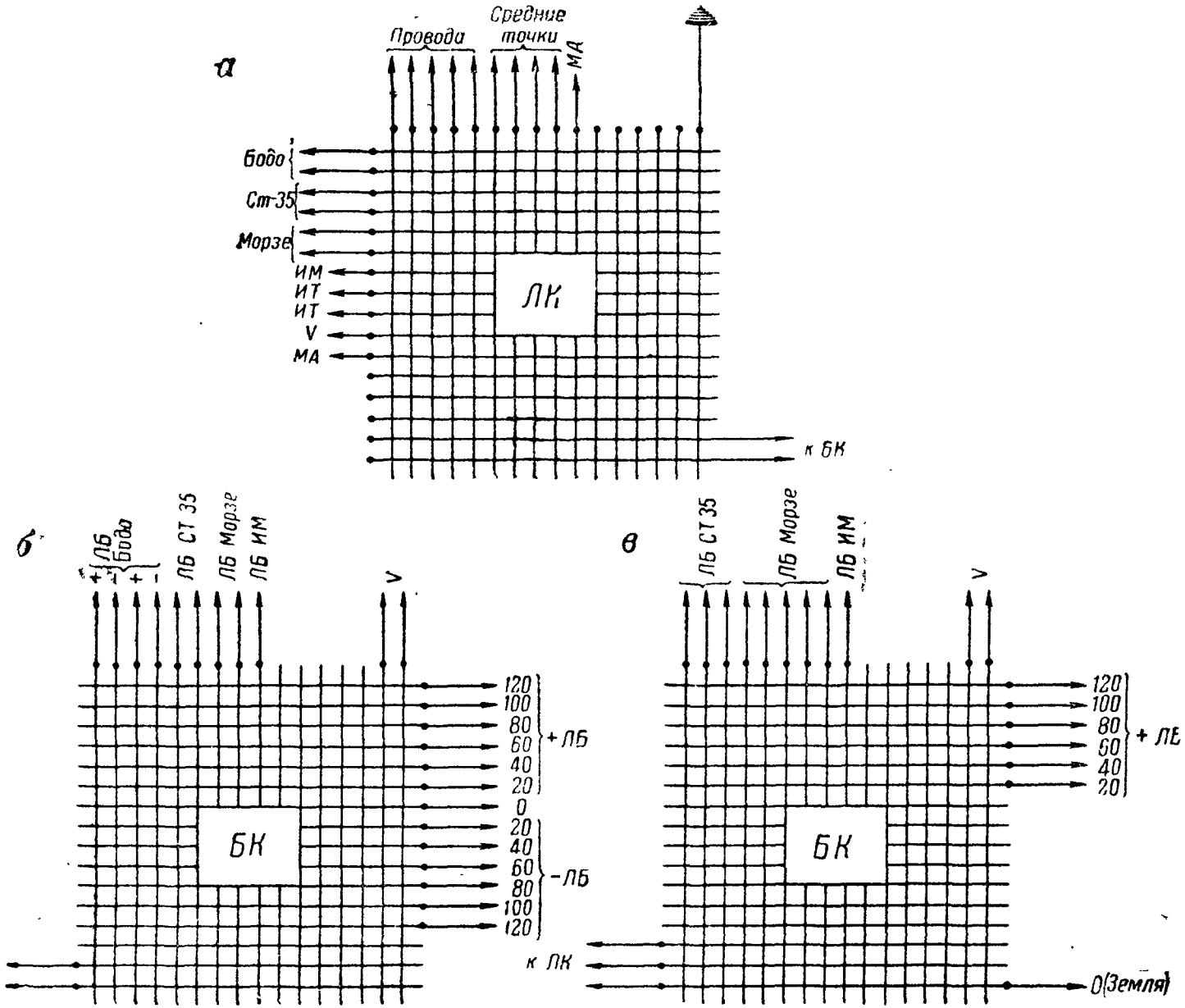


Рис. 263. Включение проводов в линейный и батарейный швейцарский коммутаторы:

а — включение в линейный коммутатор; *б* — включение в батарейный коммутатор двух линейных батарей; *в* — включение в батарейный коммутатор одной линейной батареи

— две-три нижние ламели *БК* соединяются с линейным коммутатором; из них нижняя обычно заземляется.

Ниже ламелей местной батареи остаются свободные ламели для различных переключений на *БК*.

в) Включение в горизонтальные ламели, когда в батарейном коммутаторе включена одна линейная батарея (рис. 263, *в*), производится в такой последовательности, считая сверху вниз:

— сверху включают линейную батарею в порядке уменьшения напряжения принятой градации (120 *в*, 100 *в* и т. д.);

— ниже ламели последней градации линейной батареи включают местную батарею;

— ниже местной батареи включают моторную батарею (если таковая включается через *БК*);

— две-три нижние ламели соединяются с линейным коммутатором, причём к нижней ламели подключён заземлённый полюс линейной батареи (нулевая ламель или батарейная земля).

Ниже моторной батареи остаются свободные ламели для различных переключений на *БК*.

§ 85. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ АППАРАТУРЫ УЗЛА СВЯЗИ С КРОССОМ, ОБОРУДОВАННЫМ ШВЕЙЦАРСКИМИ КОММУТАТОРАМИ

Варианты схем соединения аппаратуры узла связи с кроссом, оборудованным швейцарскими коммутаторами, могут быть самые разнообразные. В каждом отдельном случае схема будет зависеть от числа проводов и числа и типа аппаратуры, устанавливаемой на узле. Ниже даны две схемы на швейцарских коммутаторах: одна применительно к среднему узлу связи (рис. 264), а вторая для КИП (рис. 265) на 40 проводов (10 цепей и 20 проводов).

Разберём несколько вариантов включения на линейном и батарейном коммутаторах по схеме рис. 264.

Вариант 1. Включить аппарат СТ-35_1 в линию *1*, подав на него линейную батарею 80 *в* и моторную батарею 120 *в*. Для этого случая штепсели на коммутаторах ставят так, как показано крестиками на рис. 264, при этом образуется цепь *1* — линейная и цепь *2* — моторная.

Цепь 1: +80 *в*, третья горизонтальная ламель *БК*, штепсель, первая вертикальная ламель *БК*, предохранитель аппаратной защиты, зажим *Б* щитка СТ-35_1, схема аппарата СТ-35_1, зажим *Л* щитка СТ-35_1, первая горизонтальная ламель *ЛК*, штепсель, первая вертикальная ламель *ЛК*, линейная защита, линия $Л_1$, аппарат другой станции, земля. Землёй ток вернётся к заземлённому минусу линейной батареи.

Цепь 2: +120 *в*, первая горизонтальная ламель *БК*, штепсель, 13-я вертикальная ламель *БК*, предохранитель моторной защиты, верхний зажим *М* щитка СТ-35_1, схема моторной цепи СТ-35_1, нижний зажим *М* щитка СТ-35_1, предохранитель моторной защиты.

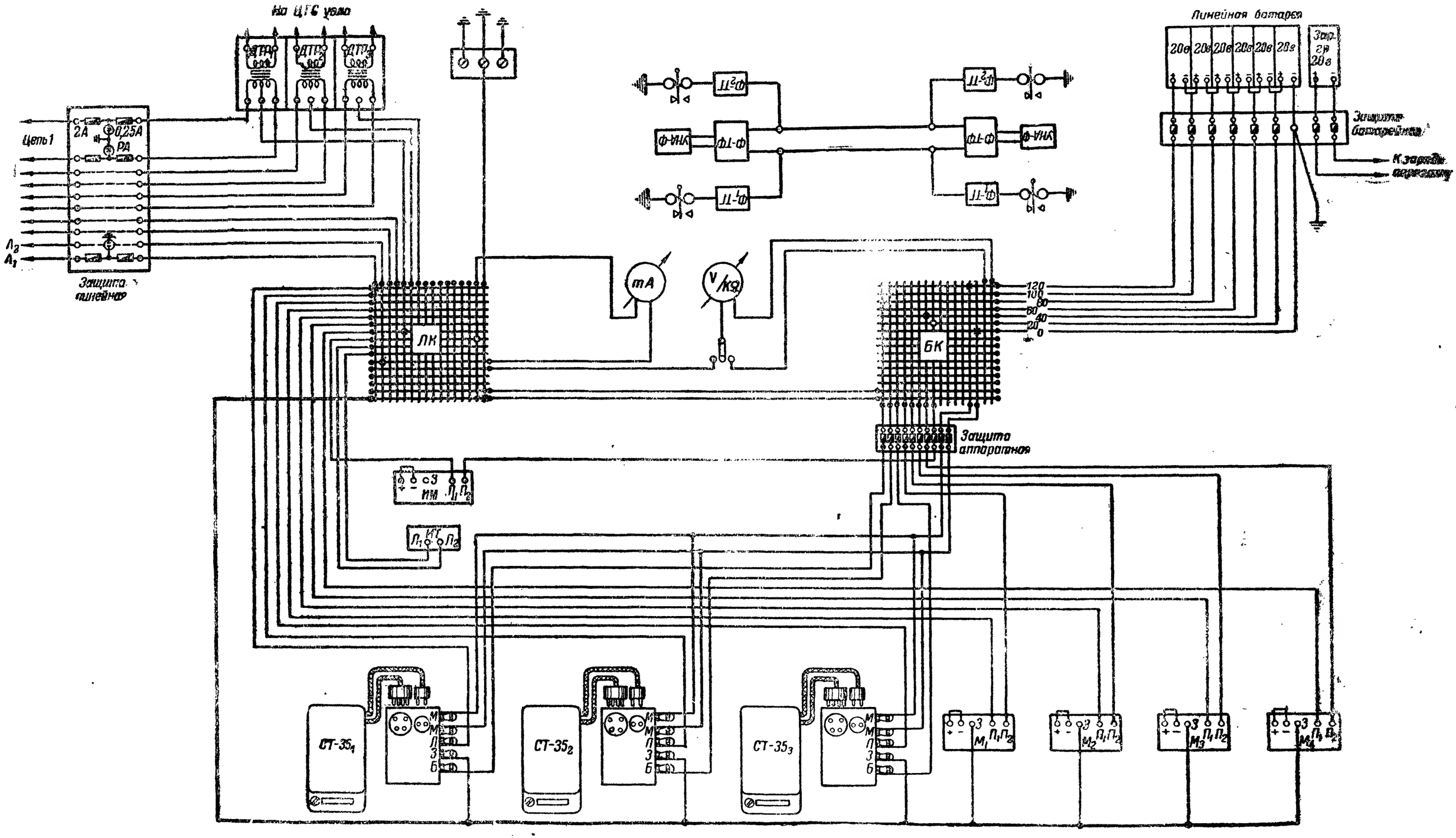


Рис. 264. Техническая схема соединения аппаратуры с кроссом, оборудованным швейцарскими коммутаторами, для среднего узла связи

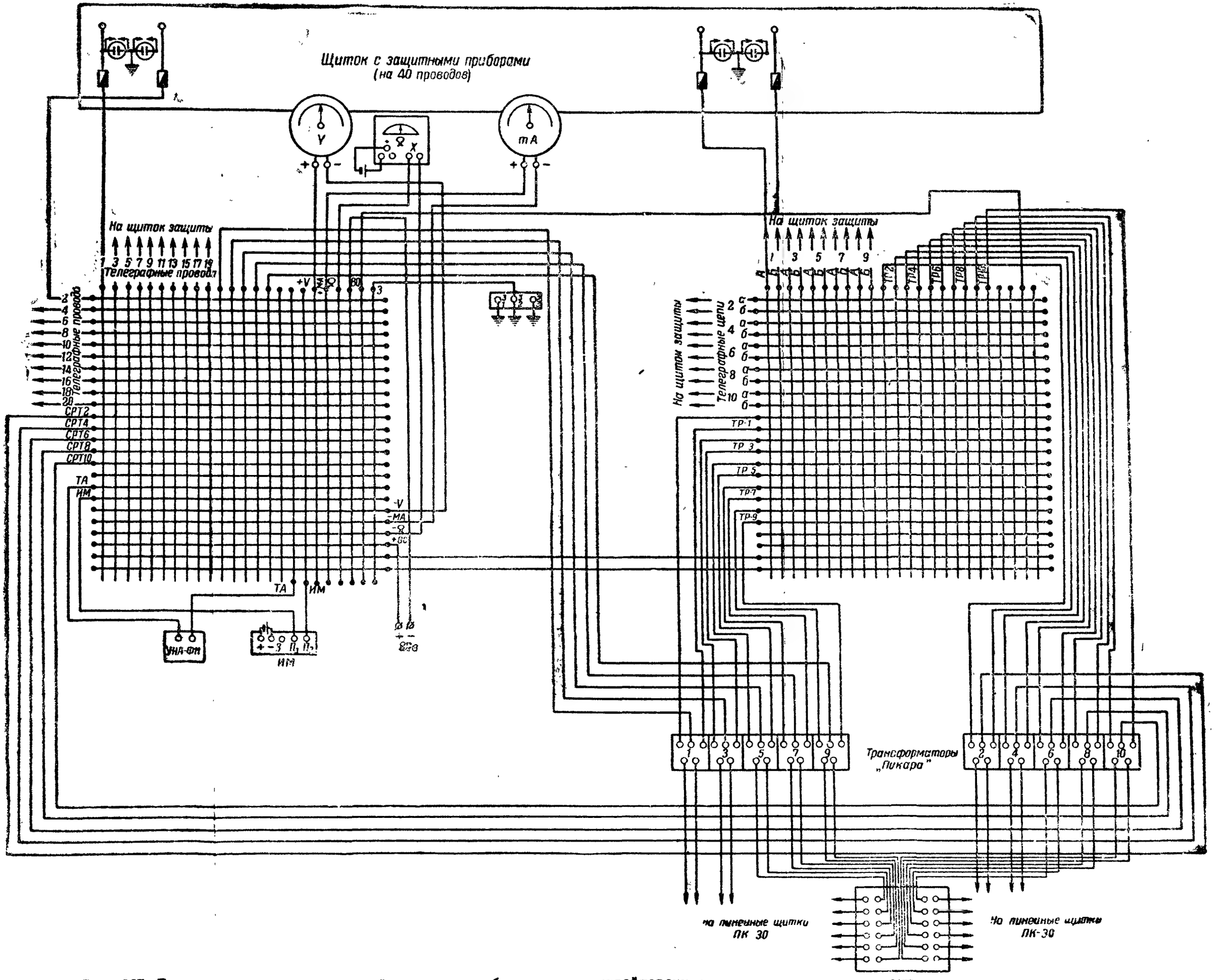


Рис. 265. Техническая схема соединений на кроссе, оборудованном швейцарскими коммутаторами, для КИП на 10 цепей и 20 проводов

14-я вертикальная ламель *БК*, штепсель, седьмая горизонтальная ламель *БК*, минус линейной батареи, от которой питаются и моторы СТ-35.

Вариант 2. Включить аппарат Морзе M_4 в линию (к средней точке цепи *1*), подав на него линейную батарею 40 *в*. Для этого случая штепсели на коммутаторах ставят так, как показано точками на рис. 264, при этом образуется цепь 3.

Цепь 3: +40 *в*, пятая горизонтальная ламель *БК*, штепсель, седьмая вертикальная ламель *БК*, предохранитель аппаратной защиты, зажим $П_2$ аппарата Морзе M_4, схема аппарата, зажим $П_1$ аппарата Морзе M_4, седьмая горизонтальная ламель *ЛК*, штепсель, пятая вертикальная ламель *ЛК*, средняя точка $ДТр_1$, линейная обмотка $ДТр_1$, цепь *1*, схема аппарата другой станции, земля. Землёй ток вернётся к заземлённому минусу линейной батареи.

Вариант 3. Включить испытательный аппарат Морзе ИМ в линию $Л_2$ через миллиамперметр, подав на него напряжение линейной батареи +20 *в*. Для этого случая штепсели на коммутаторах ставятся так, как показано кружками на рис. 264, образуя цепь 4.

Цепь 4: +20 *в*, шестая горизонтальная ламель *БК*, штепсель, восьмая вертикальная ламель *БК*, предохранитель аппаратной защиты, зажим $П_2$ испытательного аппарата Морзе ИМ, схема аппарата, зажим $П_1$ ИМ, восьмая горизонтальная ламель *ЛК*, штепсель, 15-я вертикальная ламель *ЛК*, миллиамперметр *mA*, 11-я горизонтальная ламель *ЛК*, штепсель, вторая вертикальная ламель *ЛК*, линейная защита, линия $Л_2$, аппарат соседней станции, земля. Землёй ток вернётся к заземлённому минусу линейной батареи.

Остальные варианты переключения на коммутаторах будут подобны разобранным, т. е. надо расставить штепсели так, чтобы получить замкнутую цепь, и затем проследить за прохождением тока, начиная от плюса и кончая заземлённым минусом батареи.

Варианты переключений по схеме будут иметь тот же характер, как и разобранные выше, с той лишь разницей, что здесь могут встретиться некоторые варианты образования транзитных связей.

§ 86. ТЕЛЕГРАФНЫЙ КОММУТАТОР ЛБК-19/14

Назначение ЛБК и его возможности. Как показал опыт Отечественной войны, на оборудование и свёртывание телеграфных станций с швейцарскими коммутаторами затрачивается довольно значительное время. В частности, приходится производить ряд дополнительных монтажных работ, которые в фронтовых условиях не должны иметь места.

Учитывая это, НИИС КА разработал упрощенные телеграфные коммутаторы для военно-телеграфных станций, названные ЛБК-19/14.

В комплект ЛБК-19/14 входит:

1) собственно линейно-батарейный коммутатор (ЛБК);
2) один аппаратный щиток Бодо;
3) семь шнуров с двумя однопроводными штепселями каждый;

4) два аппаратных щитка СТ-35;

5) укладочный ящик для аппаратных щитков и запасных деталей к коммутатору.

ЛБК-19/14 допускает:

1. Включение, защиту и коммутацию по аппаратам или 19 однопроводных или 9 однопроводных и 5 двухпроводных линий.

2. Включение, защиту и коммутацию по 10 аппаратам линейных батарей напряжением от плюс или минус 40 *в* до 160 *в* с градацией через 40 *в*.

3. Включение, защиту и коммутацию по 14 аппаратам линейных батарей напряжением от плюс или минус 40 *в* до 200 *в* с градацией через 40 *в*.

4. Включение 11 телеграфных аппаратов однополюсного питания (Морзе, СТ-35) и четырёх аппаратов двухполюсного питания (Бодо) или 19 аппаратов однополюсного питания.

5. Включение, защиту и распределение по аппаратным щиткам моторной и местной батарей для питания местных цепей и цепей моторов аппарата СТ-35 и Бодо (через аппаратные щитки).

6. Включение и коммутацию пяти трансформаторов Пикара и двух фильтров типа ОФ.

7. Включение и коммутацию испытательного аппарата Морзе с подачей на него питания от плюс или минус 40 *в* до 200 *в* с градацией через 40 *в*.

8. Включение и коммутацию одного испытательного телефонного аппарата.

9. Измерение напряжений батарей и их градаций и силы тока в цепях.

10. Измерение сопротивления проводов способом вольтметра и миллиамперметра и сопротивления изоляции проводов.

Устройство ЛБК-19/14. Общий вид линейно-батарейного коммутатора ЛБК-19/14 показан на рис. 266. Все приборы ЛБК-19/14, с помощью которых обеспечивается управление проводами, закреплены на гетинаксовой или текстолитовой панели. Панель закреплена сверху в деревянном ящике, который имеет съёмную крышку, закрывающую панель сверху при перевозках коммутатора. К дну ящика коммутатора прикреплена откидная скоба, которая удерживает коммутатор в наклонном положении при установке ЛБК на столе.

На лицевой стороне панели закреплены следующие приборы ЛБК (рис. 266):

а) 19 разрядников *1* типа РА-350;

б) 42 предохранителя *2* типа Бозе, из них: 19 на 0,25 *а*, 19 на 5 *а* и 4 на 15 *а*;

в) вольткилоомметр *3*;

г) миллиамперметр *4*;

д) 10 батарейных переключателей *5* однополюсного питания;

е) 5 батарейных переключателей *6* двухполюсного питания;

ж) 54 гнезда, образующих гнездовое поле коммутатора;

з) 19 линейных шнуров со штепселями *7*;

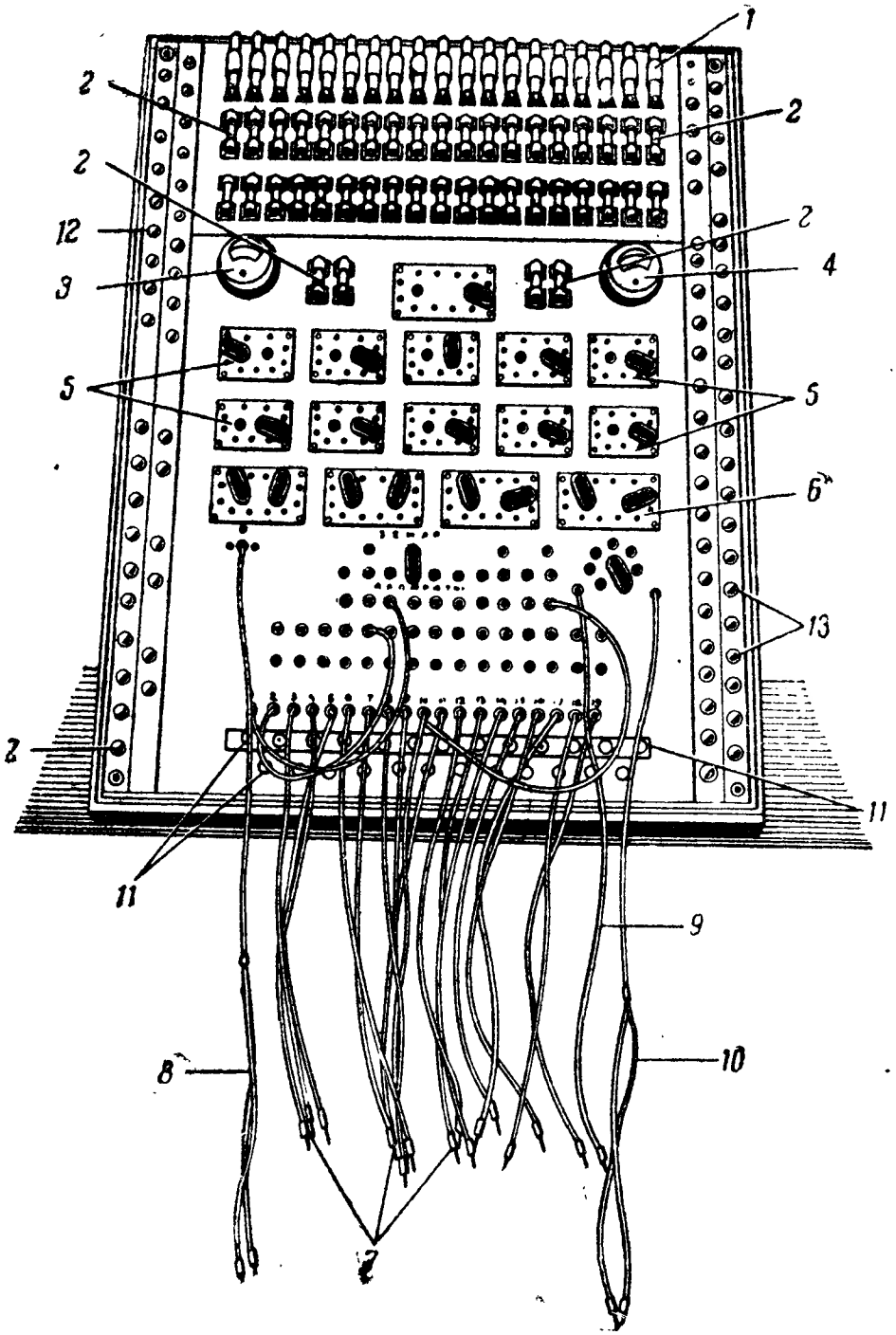


Рис. 266. Линейно-батарейный коммутатор ЛБК-19/14:

1 — разрядники; *2* — предохранители; *3* — вольткилоомметр; *4* — миллиамперметр; *5* — однополюсный батарейный переключатель; *6* — двухполюсный батарейный переключатель; *7*, *8*, *9* и *10* — шнуры со штепселями; *11*, *12* и *13* — клеммы

и) шнуры со штепселями вольткилоомметра *8*, миллиамперметра *9* и реостата *10*;

к) 23 клеммы *11* для включения фильтров и трансформаторов Пикара;

л) 35 клемм *12* левого вертикального ряда и 44 клеммы *13* правого вертикального ряда;

м) реостат на 2 000 *ом*.

Соответственно к этим приборам и деталям снизу панели подключены проводники монтажной схемы ЛБК.

Принципиальная схема ЛБК-19/14 показана на рис. 267.

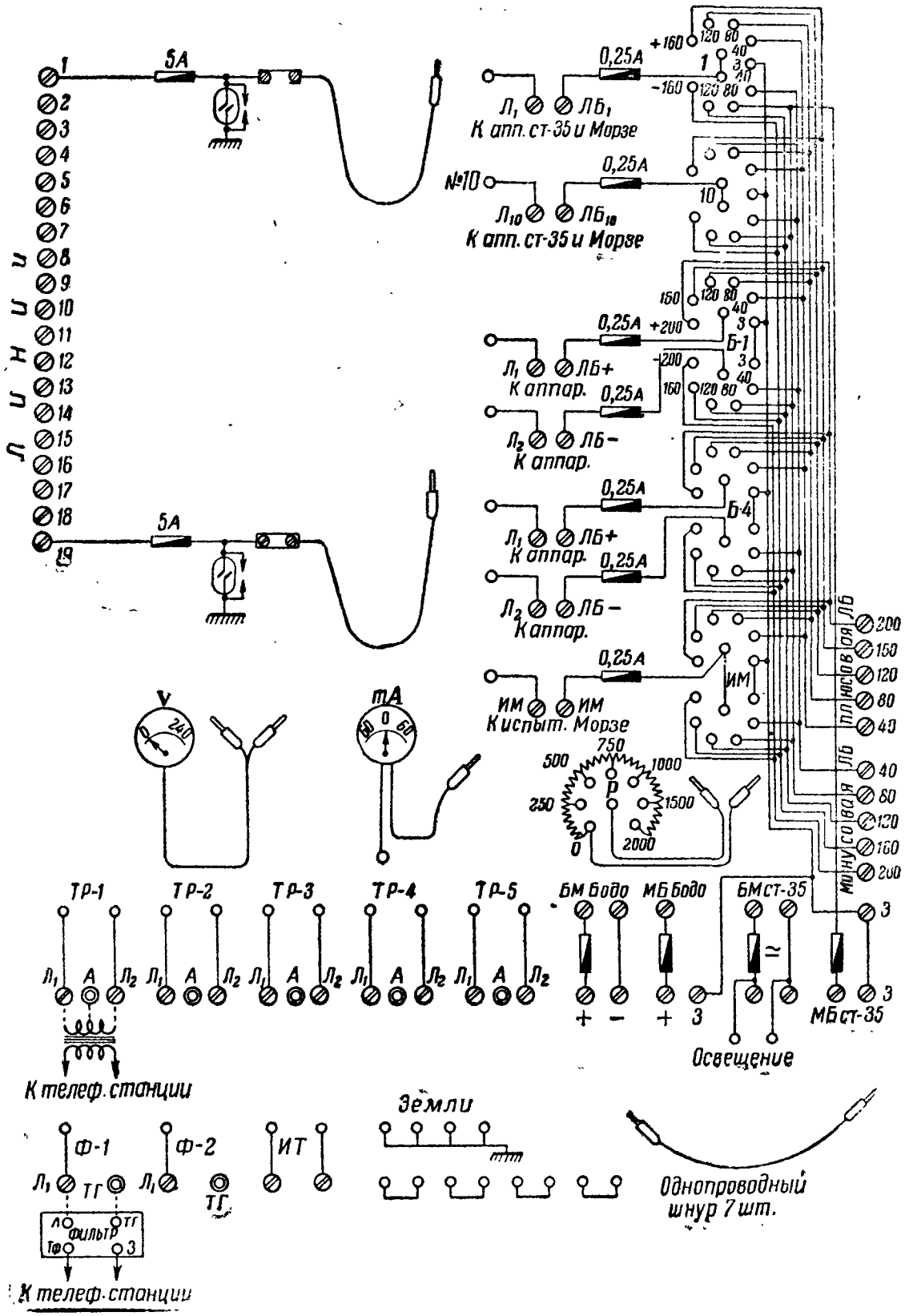


Рис. 267. Принципиальная схема ЛБК-19/14

Аппаратные щитки к ЛБК-19/14. В комплект коммутатора ЛБК-19/14 входит три аппаратных щитка, из них один предназначен для аппаратов Бодо (обозначен «аппаратный щиток Бодо») и два предназначены для аппаратов СТ-35 (обозначены «аппаратный щиток СТ-35»).

Аппаратный щиток СТ-35 служит для распределения моторной и местной батарей по аппаратам СТ-35. С каждого щитка можно подать на шесть аппаратов СТ-35 моторную батарею (на щитке клеммы этой батареи обозначены буквами *БМ*), на два аппарата местную батарею (клеммы этой батареи на щитке обозначены буквами *МБ*) и землю (на щитке клеммы обозначены буквой *З*).

При перевозке щитки укладываются в специальные отделения укладочного ящика. В этом же ящике, в других, меньших по размеру отделениях, укладываются шнуры с двумя штепселями от ЛБК (7 штук) и запасные предохранители Бозе.

Развёртывание и свёртывание ЛБК-19/14. Развёртывание коммутатора ЛБК-19/14 производится в таком порядке:

1. Снять крышку с ящика коммутатора.

2. Поставить коммутатор вертикально на столе, отстегнуть на лицевой стороне дна ящика ремень, отвести железную скобу и зафиксировать положение коммутатора на месте его установки.

3. Подключить к коммутатору линии и провода от батарей к клеммам обоих рядов слева, соблюдая обозначения, сделанные у клемм.

4. Подключить к коммутатору линейные и батарейные провода от аппаратов к клеммам справа, соблюдая обозначения у клемм.

5. Подключить провода от аппаратных щитков к клеммам правых рядов согласно обозначениям у клемм.

6. Подключить к аппаратным щиткам местные моторные цепи от аппаратов.

7. Подключить к ЛБК трансформаторы Пикара и фильтры в нижние клеммы согласно обозначениям.

8. Проверить схему ВТС с развёрнутым ЛБК и включить аппараты для работы в линию.

Свёртывание ЛБК-19/14:

1. Отключить от ЛБК и аппаратных щитков провода от линий, батарей, заземлений и аппаратов. Иметь в виду, что провода от источников тока должны быть выключены раньше, нежели они будут отключены от ЛБК.

2. Закрепить скобу ящика и закрыть панель ЛБК крышкой.

3. Собрать все дополнительные однопроводные шнуры и уложить их в упаковочный ящик для щитков.

4. Собрать аппаратные щитки и уложить их в укладочный ящик.

§ 87. КОММУТАТОР ЛБК-20/12

В ближайшее время войска связи получат новый телеграфный коммутатор стоечного типа, названный ЛБК-20/12 (линейно-батарейный коммутатор на 20 проводов и 12 телеграфных аппаратов). Коммутатор ЛБК-20/12 можно будет применять на кроссах различных узлов связи, для чего достаточно поставить одну или несколько стоек рядом. Если поставить одну стойку ЛБК-20/12, можно принять 20 телеграфных проводов (или 10 телефонных цепей) и включить 12 телеграфных аппаратов однополюсного питания; соответственно при двух стойках — 40 проводов и 24 аппарата и т. д. Коммутатор ЛБК-20/12 имеет комплект соединительного оборудования, что обеспечивает быстроту оборудования кросса этим коммутатором.

Комплектация ЛБК-20/12

В комплект ЛБК-20/12 входят приборы, инструмент и кабели, указанные в таблице 15.

Таблица 15

Комплект ЛБК-20/12

№ по пор.	Наименование	Количество
1	Стойка ЛБК 20/12	1
2	Линейных щитков	3
3	Аппаратных щитков	3
4	Генераторных щитков	3
5	Телефонных щитков	3
6	Соединительных кабелей типа ТТВК-5×2 (с муфтами) по 50 *м* длиной	14
7	Кабелей аппаратных с наконечниками:	
	а) четырехжильный ППК-4 длиной 3 *м*	4
	б) то же, 4 *м*	2
	в) то же, 5 *м*	2
	г) двухжильный кабель длиной 3 *м*	4
	д) то же, 4 *м*	3
	е) то же, 5 *м*	3
8	Комплект запасных частей . . .	1
9	Комплект инструмента	1
10	Укладочных ящиков	2
11	Описание и формуляр коммутатора	

Возможности коммутатора

Коммутатор ЛБК-20/12 допускает:

1. Включение, защиту и коммутацию или 20 телеграфных проводов или 10 телефонных цепей (возможно и другое сочетание, например, 10 телеграфных проводов и 5 телефонных цепей).

2. Включение, защиту и коммутацию или 12 аппаратов однополюсного питания или 6 аппаратов двухполюсного питания (возможно и какое-либо другое сочетание, учитывая только, что вместо двух аппаратов однополюсного питания можно включить один аппарат двухполюсного питания).

3. Включение, защиту и коммутацию по 12 аппаратам линейных батарей с напряжением до ± 160 *в* с градациями 40, 60, 80, 100, 120 и 160 *в*.

4. Составление различных схем испытания и измерения проводов, заземлений и источников питания, обусловленных эксплоатационной службой проводных узлов связи.

5. Быстрое развёртывание и свёртывание коммутатора за счёт того, что в комплект ЛБК-20/12 введено необходимое число соединительных кабелей.

Устройство ЛБК-20/12

Коммутатор ЛБК-20/12, общий вид которого показан на рис. 268, смонтирован на металлической стойке размером $1\,600 \times 455 \times 170$ *мм*. Спереди к стойке подвешивается подстолье с шнуровыми парами (10 пар).

Все приборы ЛБК-20/12, с помощью которых осуществляется защита и коммутация, смонтированы на отдельных панелях, укреплённых на лицевой стороне стойки. Соответственно спереди стойки ЛБК-20/12, считая сверху вниз, размещены (рис. 268):

а) панель защиты;

б) панель с батарейными переключателями;

в) панель коммутационно-измерительная;

г) подстолье с шнуровыми парами.

Сзади стойки ЛБК-20/12 размещены, считая сверху вниз (рис. 269):

д) панель с разрядниками и кроссировкой;

е) панель с клеммами для включения служебной аппаратуры;

ж) панель с оконечными соединительными полумуфтами.

Внутренний монтаж коммутатора ЛБК-20/12 показан на рис. 270, где видны (выше панели *е*) также и трансформаторы типа ДТН для образования запикаренных цепей (10 штук).

а) **Панель защиты** (рис. 268). Панель защиты изготовлена из пертинакса и закреплена на стойке коммутатора десятью крепительными винтами. На панели защиты размещены в три ряда держатели для предохранителей типа Бозе. По рядам предохранители размещены в следующем порядке, считая сверху вниз и слева направо:

1-й ряд (верхний): 20 линейных предохранителей Бозе на 2 *а* — с № 1 по № 20.

2-й ряд (средний): 20 линейных предохранителей Бозе на 0,25 *а* — с № 1 по № 20.

3-й ряд (нижний): 12 аппаратных предохранителей Бозе на 0,25 *а* — с № 1 по № 12, один предохранитель испытательного аппарата (ИМ), один предохранитель в цепи миллиамперметра (*мА*), один предохранитель в цепи вольтметра (*V*), два предохранителя

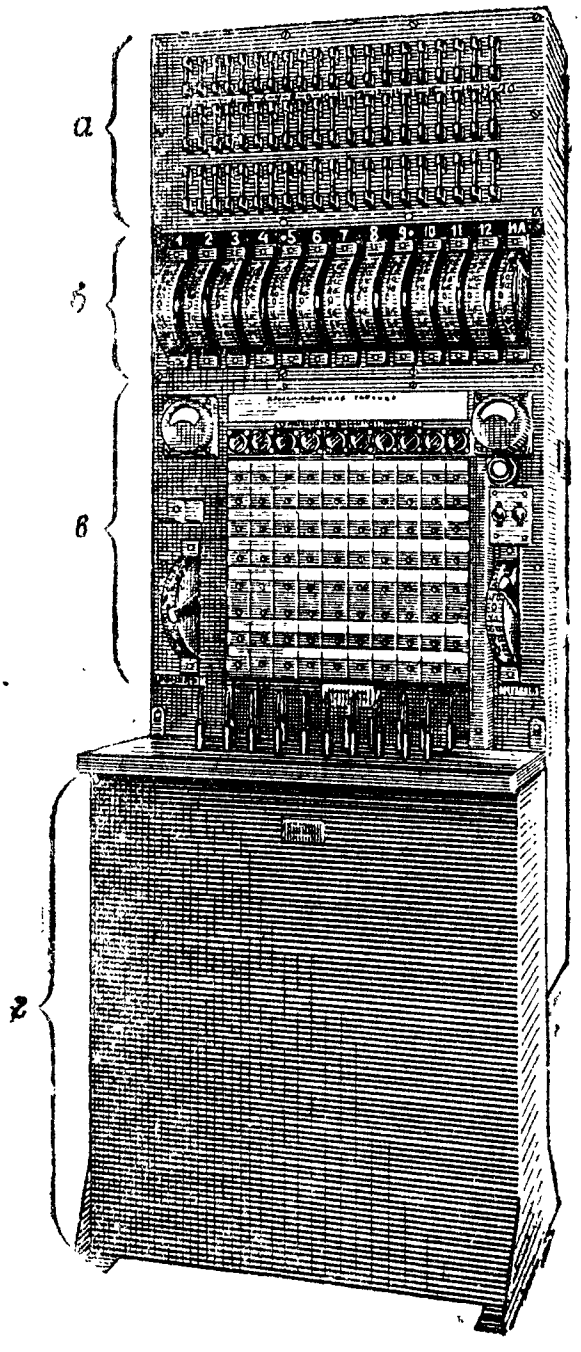


Рис. 268. Коммутатор ЛБК-20/12 (вид спереди):

а — панель защиты; *б* — панель с батарейными переключателями; *в* — панель коммутационно-измерительная; *г* — подстолье коммутатора

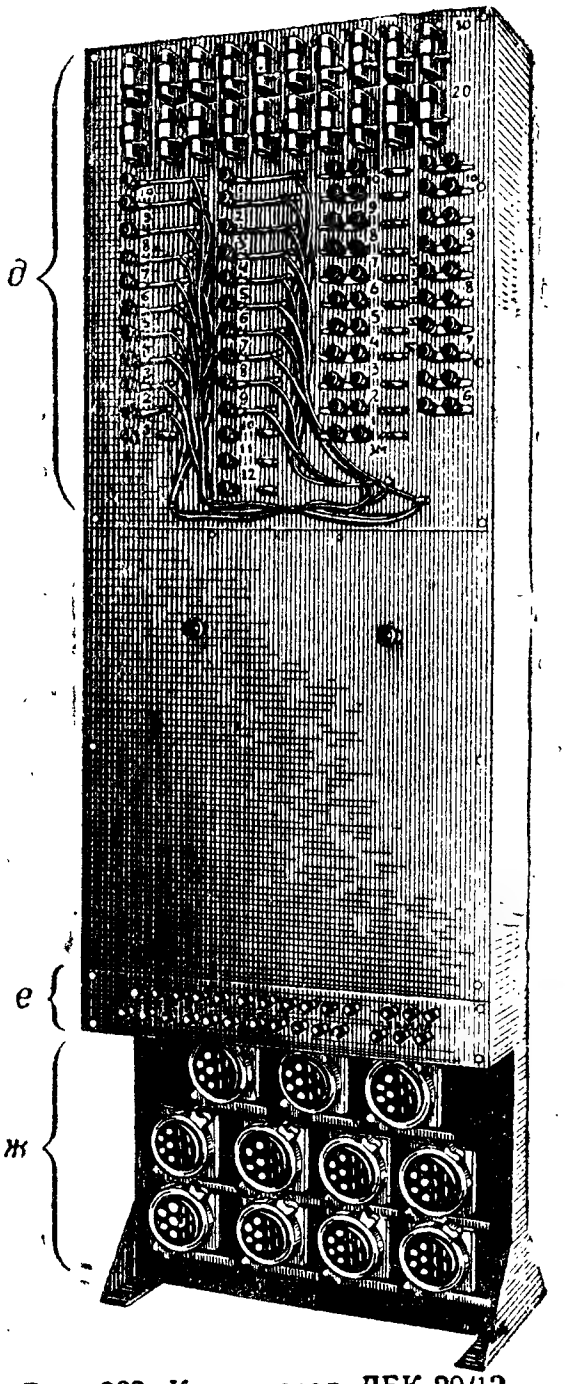


Рис. 269. Коммутатор ЛБК-20/12 (вид сзади):

д — панель с разрядниками и кроссировка; *е* — панель с клеммами для включения служебной аппаратуры; *жс* — панель с соединительными полумуфтами

в цепи отдельного измерительного прибора (*изм. пр.*) и предохранители в цепи +120 *в* моторной батареи и в цепи +40 *в* местной батареи и крайний справа запасный предохранитель (*зап.*).

б) **Панель батарейных переключателей** (рис. 268 и 271). Эта панель железная. На стойке коммутатора она крепится десятью крепительными винтами. На панели закреплено 13 батарейных переключателей, из них: 12 (с № 1 по № 12) являются переключателями действующих телеграфных аппаратов и один переключатель (крайний справа, помечен ИА) подаёт напряжение на испытательный телеграфный аппарат. Переключатели крепятся на панели двумя винтами каждый. Соответственно напротив каждого переключателя поставлены отметки (с № 1 по № 12 и отметка ИА), которые отвечают номеру действующего телеграфного аппарата.

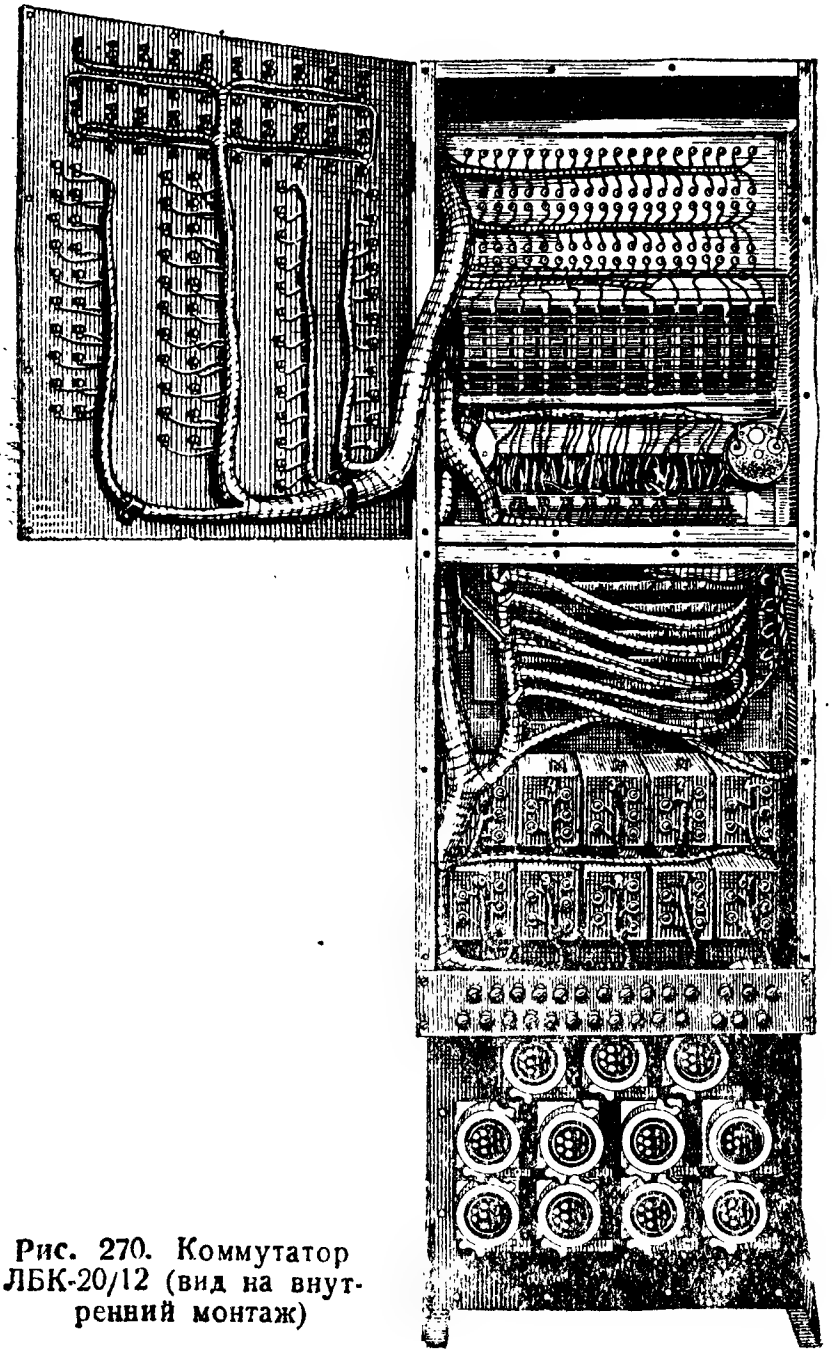


Рис. 270. Коммутатор ЛБК-20/12 (вид на внутренний монтаж)

Чтобы подать нужное напряжение на аппарат однополюсного питания, занимается один батарейный переключатель, а для аппарата двухполюсного питания занимаются два переключателя: один из них для подачи плюсового напряжения, а второй для подачи минусового напряжения.

Батарейный переключатель устроен следующим образом (рис. 271).

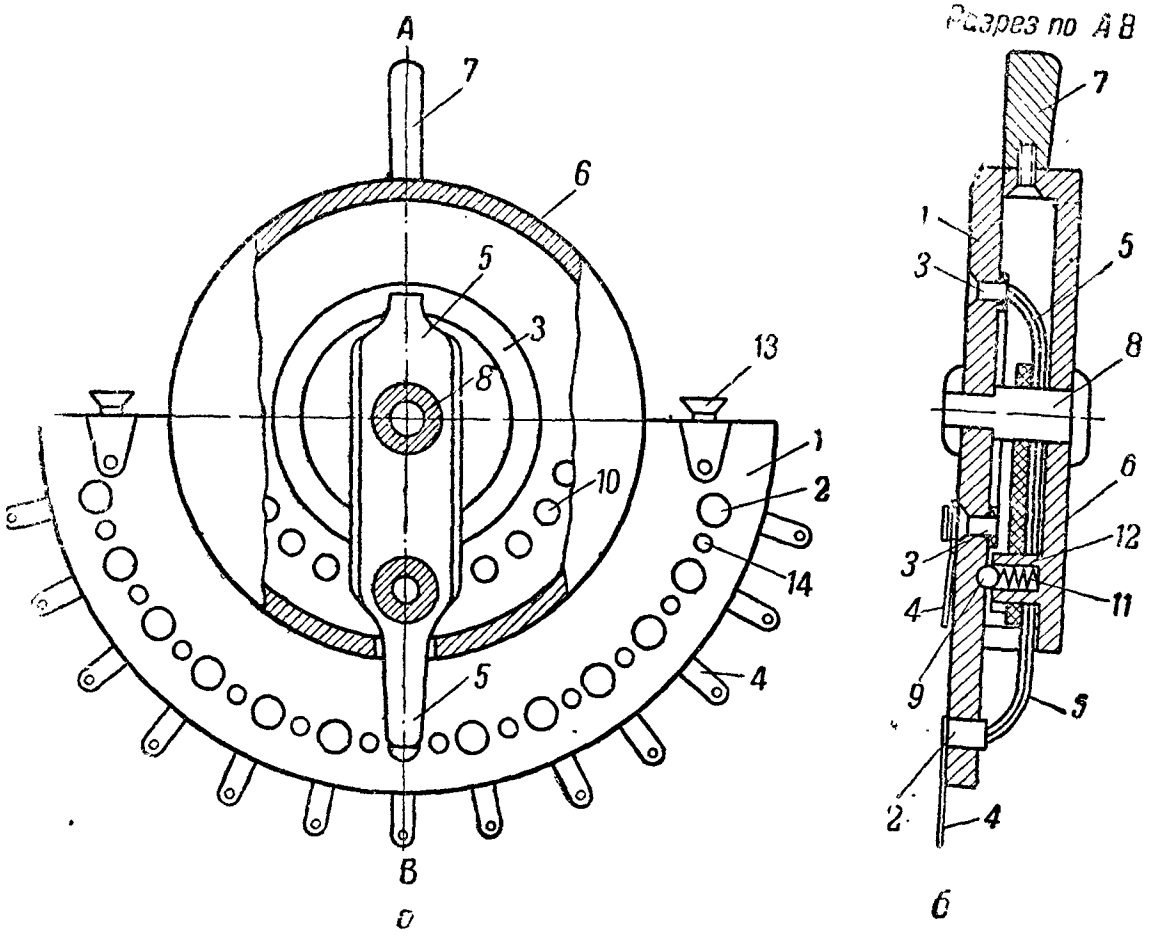


Рис. 271. Батарейный переключатель ЛБК-20/12:

а — вид на контакты; б — разрез устройства; 1 — полудиск; 2 — контакты; 3 — кольцо; 4 — лепестки; 5— щетка; 6— полукоробка; 7 — рукоятка; 8 — ось; 9 — стальной шарик; 10 — углубления; 11— спиральная пружина; 12— выступ; 13— крепительные винты; 14 — холостые контакты

На полудиске *1* из пертинакса (или равноценного изоляционного материала) закреплены контакты *2* и контактное кольцо *3*. Контакты *2* и кольцо *3* имеют лепестки *4* для припайки монтажных проводников схемы.

По контактам *2* и *3* ходит подвижная контактная щётка *5*, соединяющая тот или иной контакт с кольцом. Щётка закреплена с помощью защёлки внутри подвижной полукоробки *6* с рукояткой *7*. Полукоробка *6* вместе со щёткой *5* надета на ось *8*, которая соединяет в одно целое полудиск *1* с полукоробкой *6*. Положение щётки *5* на том или ином контакте фиксируется с помощью стального шарика *9*, углублений *10*, сделанных в полудиске *1* по числу контактов, и спиральной пружины *11*, вложенной в выступ *12* подвижной полукоробки *6*.

Переключатель крепится на своей панели, на лицевой стороне коммутатора, с помощью двух крепительных винтов *13*.

Чтобы подать нужное напряжение на аппарат, достаточно повернуть рукоятку *7*, тогда щётка *5* соответственно перейдёт на контакт *2*, к которому подключено нужное напряжение линейной батареи. Чтобы щётка *5* не западала между контактами при переходе её с контакта на контакт, между ними закреплены холостые контакты *14*.

в) **Панель коммутационно-измерительная** (рис. 268). Панель железная, закреплена на стойке коммутатора десятью винтами и разделена на три панели: левую, среднюю и правую.

На левой панели, считая сверху вниз, размещены: миллиамперметр со шкалой 50—0—50; два контрольных клапана телефонного типа (помечены цифрами 1 и 2) и переключатель реостата, такой же по устройству, как и батарейный переключатель.

Миллиамперметр с переключателем используются для различных измерений и испытаний, производимых с ЛБК-20/12, а клапаны используются для включения повреждённых линий на время устранения повреждения.

На средней панели, считая сверху вниз, размещены: пластина из белой пластмассы, используемая как кроссировочная таблица для соответствующих записей; рамка с ключами типа И для контроля телефонных цепей, помеченная надписью «контроль телефонных цепей»; гнездовое поле для коммутации и составления измерительных цепей. Гнездовое поле составлено из рамок с гнёздами, по 10 гнёзд в каждой. Рамки применены такого же типа, как в телефонных коммутаторах. На гнездовом поле, считая сверху вниз и слева направо, размещены: две рамки с линейными гнёздами (помечены «Линии») — из них верхняя рамка имеет 10 гнёзд, на провода с № 1 по № 10, а нижняя — 10 гнёзд, на провода с № 11 по № 20; одна рамка с десятью гнёздами от средних точек диференциальных трансформаторов (помечены «Средние точки трансформаторов Пикара»); две рамки с аппаратными и батарейными гнёздами телеграфных аппаратов (помечены «Телеграфные аппараты») — из них верхняя рамка (помечена «Апп.») с 10 аппаратными гнёздами, от аппаратов с № 1 по № 10, а нижняя (помечена «Бат.») с батарейными гнёздами аппаратов с № 1 по № 10. Ниже аппаратных имеется две рамки с гнёздами различного предназначения: два гнезда аппаратных (помечены «Апп. 11 и 12») и ниже их два гнезда батарейных, аппаратов № 11 и 12 (помечены «Бат. 11 и 12»); два гнезда (одно в верхней, другое в нижней рамке) испытательного аппарата (помечены «Исп. апп.»); четыре гнезда (два в верхней и два в нижней рамке) земляных (помечены «Земля»); два гнезда (одно в верхней, другое в нижней рамке) испытательного телефонного аппарата (помечены «Исп. тф»); четыре гнезда клапанов № 1 и 2 (два в верхней и два в нижней рамке), помеченных Кл-1 и Кл-2; два гнезда телефонного коммутатора: из них одно в верхней, а другое в нижней рамке (помечены «тф. комм.»); два гнезда промежуточных: из них одно

в верхней и одно в нижней рамке (гнёзда помечены «Пр. гн.»). В нижней рамке гнездового поля размещены следующие гнёзда: гнёздо килоомметра (помечено «КΩ»); одно гнездо с пометкой +40 *в* местной батареи; два гнезда миллиамперметра (помечены «мА»); два гнезда реостата; два гнезда измерительного прибора (помечены «Изм. пр.»); два гнезда фильтра ОФ-1: из них гнездо *Л* соответствует клемме *Л* фильтра, а гнездо *ТГ* соответствует клемме *ТГ* фильтра ОФ-1.

На правой панели, считая сверху вниз, размещены: вольткилоомметр для измерения напряжений в пределах 0—250 *в* (верхняя шкала) и измерения сопротивления изоляции провода до 500 000 *ом* (нижняя шкала); ручка реостата для установки стрелки вольткилоомметра на нуль; два ключа для измерения напряжения батарей: из них левый ключ для переключения при измерении «+» и «—» напряжения линейных батарей и правый ключ для измерения напряжения моторной батареи (+120 *в*) и местной батареи (+40 *в*); переключатель для измерения градаций линейных батарей (этот переключатель устроен так же, как и батарейный).

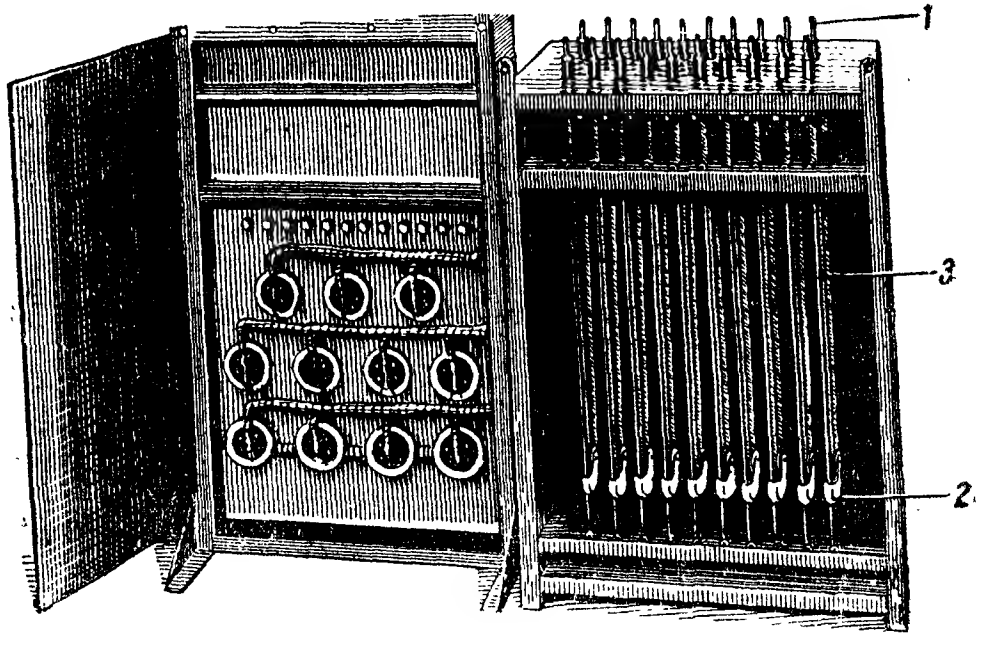


Рис. 272. Подстолье ЛБК-20/12:
1 — штепсели; *2* — блок; *3* — шнуры

г) **Подстолье с шнуровыми парами** (рис. 268 и 272). Подстолье съёмное, на подстолье сверху размещены в два ряда штепсели *1* всех десяти шнуровых пар. Два штепселя, стоящих в разных рядах один напротив другого, относятся к одной шнуровой паре. Внутри подстолья размещены на двух проволочных направляющих двойные блоки *2*, через которые пропущены шнуры *3* шнуровых пар. Такое устройство блоков исключает перепутывание шнуров при обслуживании коммутатора.

д) **Панель с разрядниками и кроссировкой** (рис. 269). Эта панель изготовляется из пертинакса и крепится к стойке на петлях и винтах. Для осмотра внутреннего монтажа надо отвернуть крепительные винты и повернуть панель настолько, чтобы доступ к внутреннему монтажу был достаточный (рис. 270). На этой панели закреплены, считая сверху вниз и слева направо, 20 разрядников типа РА-460 для защиты цепей от высоких напряжений и грозовых разрядов, из них: 10 разрядников верхнего ряда соответствуют проводам с № 1 по № 10, а 10 разрядников нижнего ряда соответствуют проводам с № 11 по № 20.

Ниже разрядников размещены вертикальными рядами клеммы кроссировки коммутатора и держатели кроссировочных проводов. Клеммы первого слева ряда с № 1 по № 10, помеченные «Средние точки трансформаторов», соответствуют выводам средних точек трансформаторов ДТН, а нижняя клемма этого ряда (обозначена «ТГ-Ф») соответствует клемме *ТГ* фильтра ОФ-1.

Клеммы второго слева ряда с № 1 по № 12, помеченные «аппараты», соответствуют выводам линейных проводов от действующих телеграфных аппаратов, а нижняя клемма этого ряда (обозначена «ЛФ») соответствует клемме *Л* фильтра ОФ-1.

Двойной ряд клемм, помеченных слева «линейные обмотки трансформаторов», а справа «линии», соответствует: левый ряд — линейным обмоткам трансформаторов ДТН с № 1 по № 5, а правый ряд — линиям с № 1 по № 10. Нижняя пара клемм в этом ряду — «Земля» (обозначены «зм»).

Крайний справа двойной ряд клемм с теми же обозначениями соответствует: левый ряд — линиям с № 11 по № 20, а правый ряд линейным обмоткам трансформаторов ДТН с № 6 по № 10.

е) **Панель с клеммами для включения служебной аппаратуры** (рис. 269). Эта панель изготовлена из пертинакса и закреплена на стойке четырьмя винтами. На панели размещены в два горизонтальных ряда клеммы для включения: соединительных линий от телефонного коммутатора служебной связи узла (три линии для связи с аппаратными, клеммы Апп Щ-1, Апп Щ-2, Апп Щ-3); одной линии для связи с аккумуляторно-генераторной станцией (клеммы «генер»); одной линии для связи кросса с ЦТС (клеммы ТФ. КОМ); двух телефонных аппаратов, из них один испытательный (клеммы Исп ТФ) и один для контроля телефонных цепей (клеммы ТФ. КОНЦ); дополнительного измерительного прибора (омметра, моста Уитстона и др.); эти клеммы обозначены Изм. Пр); одного испытательного аппарата Морзе (клеммы Исп. Апп); одного фильтра ОФ-1 (клеммы *Л, ЗМ, ТГ, ТФ*); проводов моторной и местной батарей (клеммы +120, —120 и +40); проводов от заземлений (три клеммы Земля).

ж) **Панель с оконечными соединительными полумуфтами** (рис. 269). Эта панель железная, закреплена на стойке десятью крепительными винтами. На панели размещены одиннадцать соединительных полумуфт, из них: три полумуфты аппаратные (обозначены Апп Щ-1, Апп Щ-2, Апп Щ-3), две полумуфты телефонной

станции (обозначены Тел. СТ. 1—5, Тел. СТ. 6—10), две полумуфты линейные (обозначены линии 1—10, линии 11—20), четыре полумуфты генераторные (обозначены генер. +ЛБ и генер. —ЛБ). Из четырёх генераторных полумуфт две используются для включения кабелей питания линейных батарей (+ЛБ и —ЛБ), а две для спаривания ЛБК-20/12 при установке на кроссе двух коммутаторов.

Аппаратные щитки ЛБК-20/12

Аппаратные щитки коммутатора ЛБК-20/12 служат для включения телеграфных аппаратов, установленных в аппаратных ВТС узла связи, с последующим соединением аппаратной с кроссом и аккумуляторно-генераторной станцией узла многожильным кабелем типа ТТВК-5 × 2. Кроме того, каждый аппаратный щиток обеспечивает включение одного телефонного аппарата для служебной связи аппаратной с кроссом и включение проводки электроосвещения аппаратной.

В каждый аппаратный щиток можно включить или два телеграфных аппарата двухполюсного питания (Бодо) или четыре аппарата однополюсного питания (СТ-35, Морзе). В комплект ЛБК-20/12 входят три аппаратных щитка, одинаковых по своему устройству, которые обеспечивают включение 12 телеграфных аппаратов.

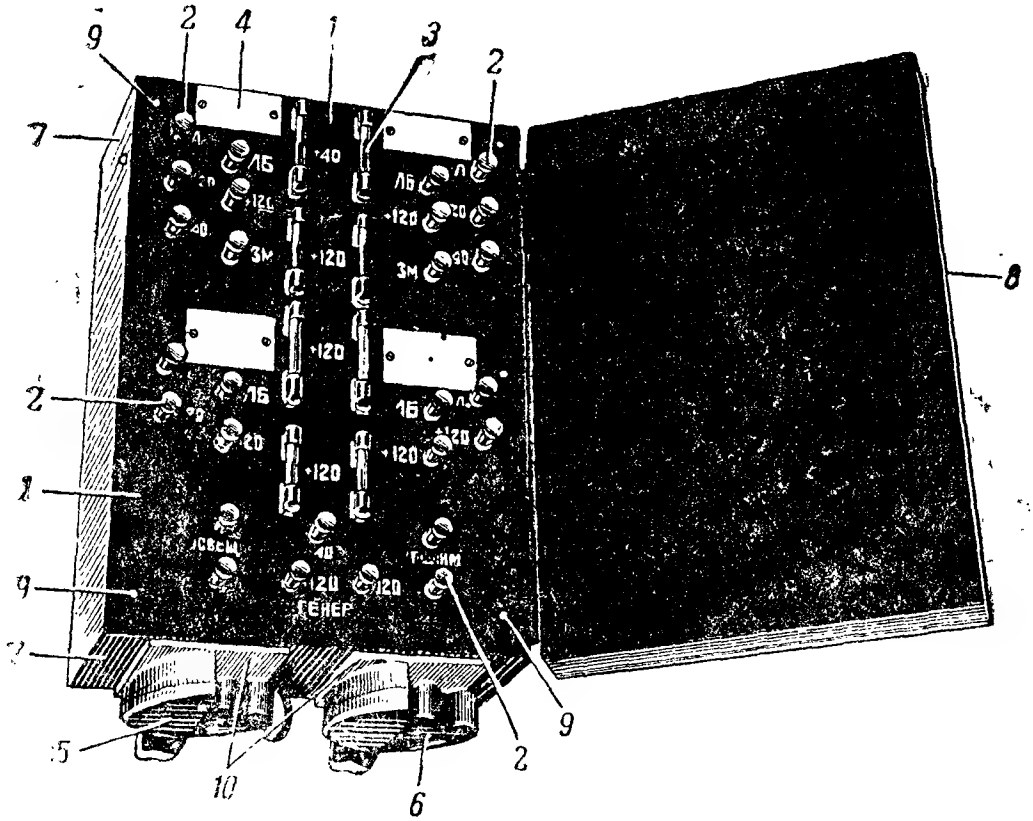


Рис. 273. Аппаратный щиток ЛБК-20/12 (общий вид):

1 — панель; *2* — клеммы; *3* — предохранители; *4* — пластмассовые таблички; *6 и 6* — соединительные полумуфты; *7* — ящики; *8* — крышка; *9* — крепительные винты панели; *10* — крепительные винты полумуфты

Аппаратный щиток ЛБК-20/12, общий вид которого показан на рис. 273, состоит из:

1. Панели с клеммами и предохранителями.
2. Двух оконечных соединительных полумуфт.
3. Ящика с крышкой.

1. **Панель с клеммами и предохранителями.** Панель *1* изготовляется из пертинакса (или какого-либо равноценного изоляционного материала), на которой закреплены: 27 клемм *2*, восемь держателей предохранителей *3* типа Бозе и четыре белые пластмассовые пластинки *4*. Клеммы служат для включения проводов от аппаратов; предохранители служат для защиты цепей от короткого замыкания и ограничения силы тока в цепях; пластинки служат для надписей позывных, присвоенных телеграфным аппаратам, включённым в данный щиток.

Обозначения у клемм соответствуют: $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$ — линиям к телеграфным аппаратам; $ЛБ_1$, $ЛБ_2$, $ЛБ_3$, $ЛБ_4$ — линейным батареям к телеграфным аппаратам; «+120» — плюсу моторной батареи напряжением 120 *в*; «—120» — минусу моторной батареи; *ЗМ* — проводу заземления; «Тф. апп.» — клеммам для включения телефонного аппарата; «Освещ.» — клеммам для включения проводов освещения.

Обозначения у предохранителей соответствуют, считая сверху вниз: «+40» — предохранителям в местных цепях телеграфных аппаратов двухполюсного питания; «+120» — предохранителям в моторных цепях аппаратов двухполюсного питания; «+120» — предохранителям в моторных цепях аппаратов однополюсного питания; два нижних предохранителя соответствуют: левый — «+120» в цепи электроосвещения, а правый, без отметки, — запасный предохранитель.

На панели клеммы размещены группами следующим образом, считая сверху вниз: две верхние группы клемм, по шести клемм в каждой группе, для включения аппаратов двухполюсного питания; две средние группы клемм, по четыре клеммы в группе, для включения аппаратов однополюсного питания; нижняя группа клемм (семь штук) служит для включения: проводки электроосвещения (две клеммы, помеченные «Освещ.»), телефонного аппарата служебной связи (две клеммы, помеченные «ТФ. апп.») и проводов местной и моторной батарей (клеммы помечены «+40», «+120» и «—120»), поданных с аккумуляторно-генераторной станции, если непригоден кабель питания. К этим клеммам можно присоединить при надобности местные и моторные цепи соседней аппаратной, если по каким-либо причинам к этой аппаратной нельзя подать питание непосредственно с аккумуляторно-генераторной станции.

2. **Оконечные соединительные полумуфты** (рис. 274). В аппаратном щитке имеется две полумуфты *5* и *6*: из них левая служит для включения линейного кабеля, поданного на аппаратный щиток с кросса узла (4 жилы — линии, 4 жилы — линейные батареи и 2 жилы — телефонная цепь служебной связи), а правая полу-

муфта (отмечена красной полосой) служит для включения кабеля питания местной и моторной батарей, поданных на щиток с аккумуляторно-генераторной станции узла (3 жилы в параллель +120 *в* моторной батареи, 4 жилы в параллель —120 *в* моторной батареи и 3 жилы в параллель +40 *в* местной батареи).

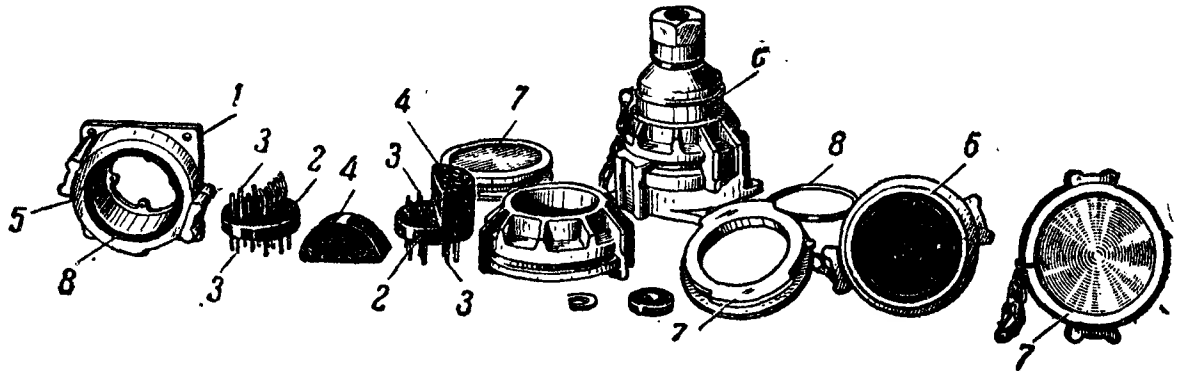


Рис. 274. Части соединительной муфты щитков и кабелей ЛБК-20/12:
1 — основание; *2* — эбонитовое плато; *3* — контакты; *4* — эбонитовая колодка; *5* — корпус полумуфты; *6* — соединительная полумуфта; *7* — крышка; *8* — резиновое кольцо;

Соединительная полумуфта щитка устроена следующим образом. В металлическом основании *1* полумуфты закреплено четырьмя винтами эбонитовое плато *2* с десятью контактами *3*. Пять контактов сделаны ножевого типа и пять контактов составлены из двух пружин. Пружинные контакты отделены друг от друга полукруглой эбонитовой колодкой *4*, которая с одной стороны защищает контакты от замыкания, а с другой — обеспечивает правильность соединения полумуфты кабеля с полумуфтой щитка.

К внутренним концам контактов припаяны монтажные проводники, соединяющие клеммы панели с контактами полумуфты. С лицевой стороны основания полумуфты проточена канавка, в которую вложено резиновое прокладочное кольцо *8*, защищающее полумуфту от попадания в неё влаги. Если щиток используется, то полумуфта щитка соединяется с такой же полумуфтой *6* на соединительном кабеле, а если щитки не используются, то полумуфта закрывается специальной крышкой *7*, удерживающейся на муфте специальным замком.

3. **Ящик с крышкой** (рис. 273). Ящик *7* аппаратного щитка железный с откидной крышкой *8*. Крышка закрывается с помощью двух крючков. В нижнем бортике крышки сделан вырез для прохода проводов, подключаемых к клеммам щитка. В ящике закреплена винтами *9* панель *1* с клеммами и предохранителями и две соединительные полумуфты *5* и *6*. Каждая полумуфта крепится к ящику четырьмя винтами *10*.

Для подвески щитка в месте его установки к дну ящика приварены два ушка, с помощью которых щиток можно закрепить на стене, и т. п.

Схема аппаратного щитка, показанная на рис. 275, настолько проста, что не требует пояснения.

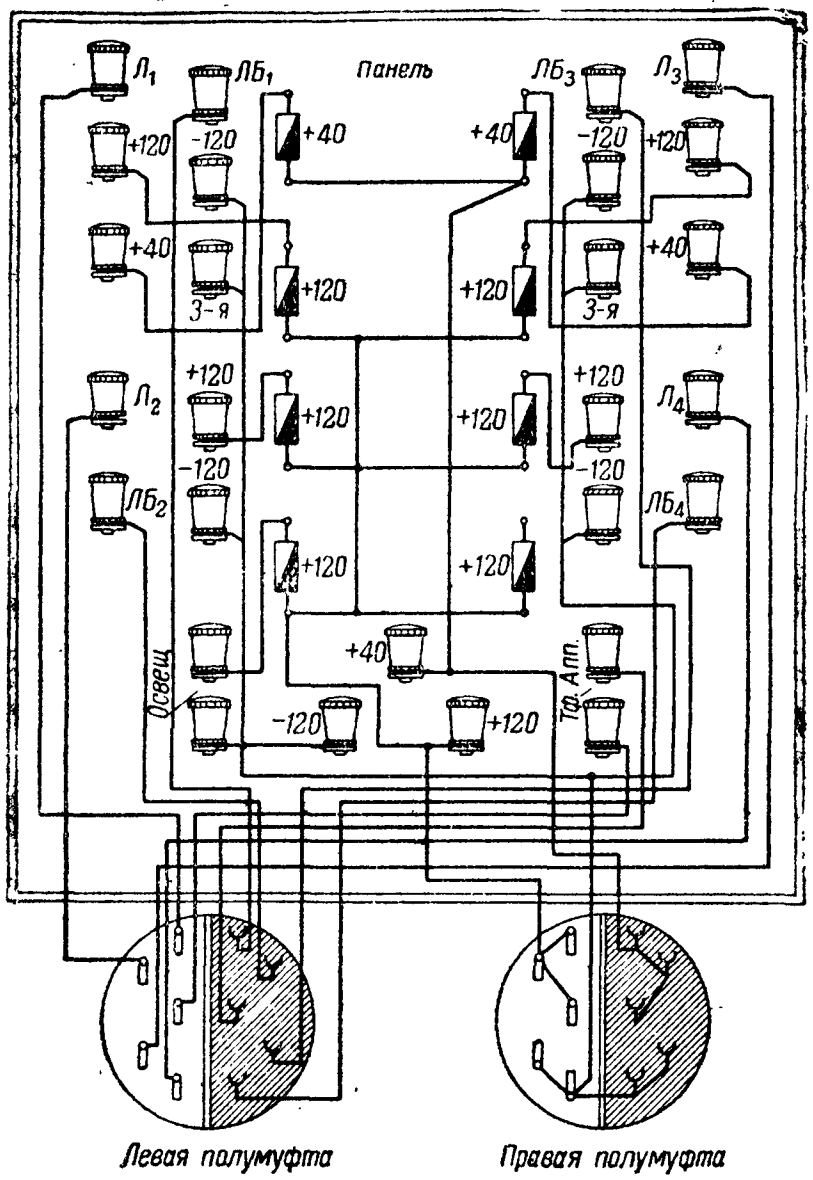


Рис. 275. Схема аппаратного щитка ЛБК-20/12

Линейные щитки ЛБК-20/12

Линейные щитки коммутатора ЛБК-20/12 обеспечивают переход проводов линий связи на многожильный вводный кабель. Провода от линий соответственно подключаются на клеммы щитка, а вводный кабель присоединяется к оконечной полумуфте. Со стороны линии в каждый щиток можно включить или 10 телеграфных проводов или 5 телефонных цепей. Допустимо и какое-либо другое сочетание, например: 6 телеграфных проводов и 2 телефонные цепи. Со стороны кросса в линейный щиток включается один десятижильный кабель типа ТТВК-5×2. Применение в щитке специальных соединительных полумуфт обеспечивает включение вводного кабеля, во-первых, правильно, а во-вторых, не требуется каких-либо монтажных работ, кроме соединения полумуфт кабеля и щитка.

Линейный щиток состоит из:

1) панели с клеммами;
2) оконечной соединительной полумуфты;
3) ящика с крышкой.

1. **Панель с клеммами** изготовляется из пертинакса. На лицевой стороне её укреплены 10 клемм по 5 штук в ряду. Один ряд клемм обозначен нечётными цифрами (1, 3, 5, 7, 9), а другой ряд чётными (2, 4, 6, 8, 10). Расположение клемм на панели показано на рис. 276. Между клеммами закреплена белая пластмассовая панель *11* для записей (простым карандашом), например, позывных, присвоенных данным проводам. Снизу панели размещена монтажная схема соединения клемм с контактами соединительной полумуфты. Панель крепится в ящике щитка винтами *12* (4 винта по углам).

2. **Оконечная соединительная полумуфта** устроена так же, как и полумуфта аппаратного щитка. Полумуфта крепится к ящику щитка четырьмя винтами. Расположение контактов полумуфты такое же, как и в аппаратных щитках. Соединение контактов полумуфты щитка с клеммами показано на схеме рис. 277.

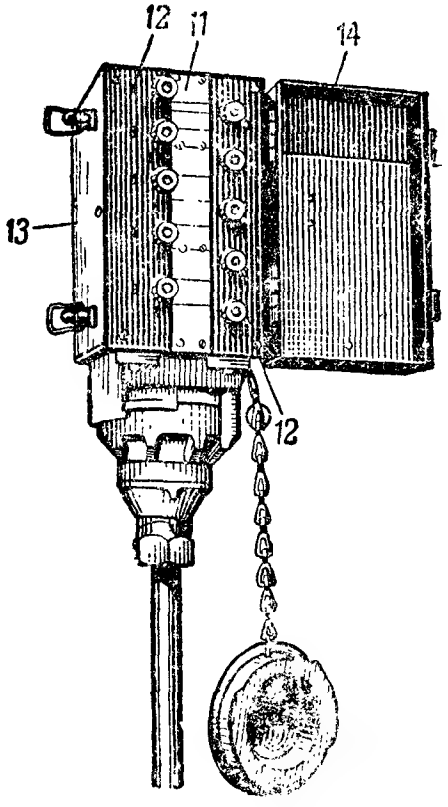


Рис. 276. Линейный щиток ЛБК-20/12 (общий вид):
11 — панель, *12* — крепительные винты; *13* — ящики; *14* — крышка

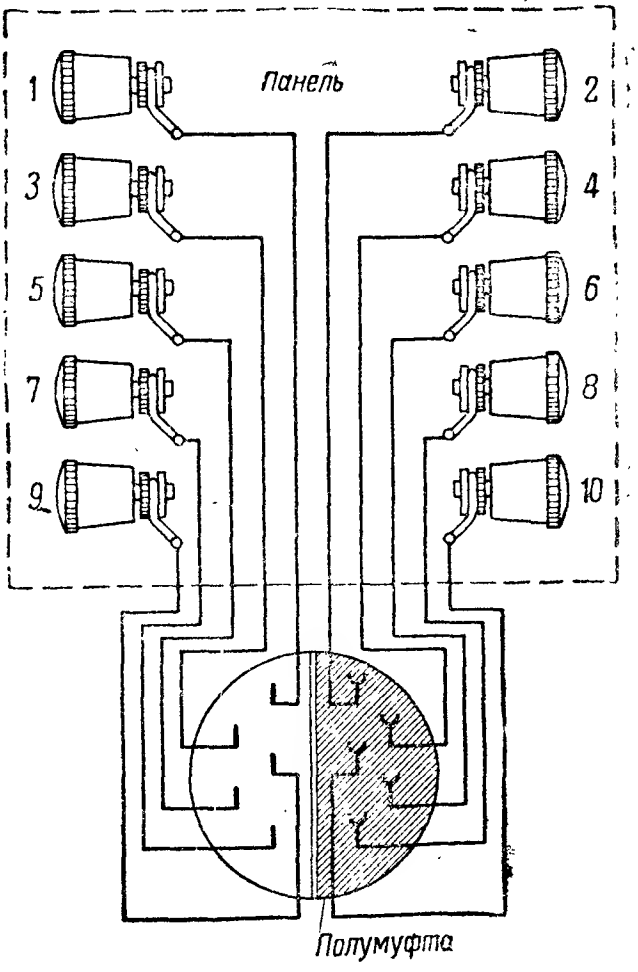


Рис. 277. Схема линейного щитка ЛБК-20/12

3. **Ящик с крышкой.** Ящик *13* щитка железный с открывающейся крышкой *14*. Одна сторона ящика имеет овальный вырез для прохода внутрь ящика соединительной полумуфты. Внутри ящика приварены два угольника с резьбовыми отверстиями для ввёртывания винтов, крепящих панель к ящику. К задней стороне ящика снаружи прикреплены три ушка для подвески или крепления щитка на месте его установки (на столбе, на стене и др.). На лицевой стороне крышки закреплена табличка с надписью «Линейный щиток № 1» (или № 2, или № 3, поскольку в комплект входит три таких щитка). Нижний бортик крышки имеет вырез для прохода проводов, присоединяемых к клеммам. Крышка закрывается с помощью двух крючков, укреплённых сбоку крышки. Щиток надо устанавливать так, чтобы полумуфта была внизу. Расшивку проводов на клеммах панели делать так, чтобы не закрывать белой панельки. После включения проводов и кабеля надо закрыть крышку и закрепить полумуфту кабеля так, чтобы она не выпадала, тогда контакты будут предохранены от влаги.

Телефонные щитки ЛБК-20/12

Телефонные щитки (рис. 278) коммутатора ЛБК-20/12 служат для включения соединительных линий между кроссом ВТС и телефонной станцией узла. Провода соединительных линий со стороны телефонной станции подключаются на клеммы щитка, а со стороны кросса к щитку подключается один десятижильный кабель типа ТТВК-5×2.

Составные части, устройство и схема телефонного щитка такие же, как и линейного щитка.

Телефонный щиток отличается от линейного щитка только тем, что:

а) клеммы на панели обозначены цифрами 1, 2, 3, 4, 5, причём каждой цифре соответствует пара клемм, укреплённых напротив той или иной цифры; в пару клемм, допустим, во вторую, включаются оба провода телефонной соединительной линии;

б) на панели нет белой панельки для надписей;

в) на лицевой стороне крышки имеется надпись «Телефонный щиток-ТЩ1» (или ТЩ2, поскольку в комплекте ЛБК-20/12 имеется два телефонных щитка).

В случае надобности телефонный щиток может заменить линейный, и наоборот. Установка этого щитка и порядок расшивки проводов у клемм такие же, как и у линейного щитка.

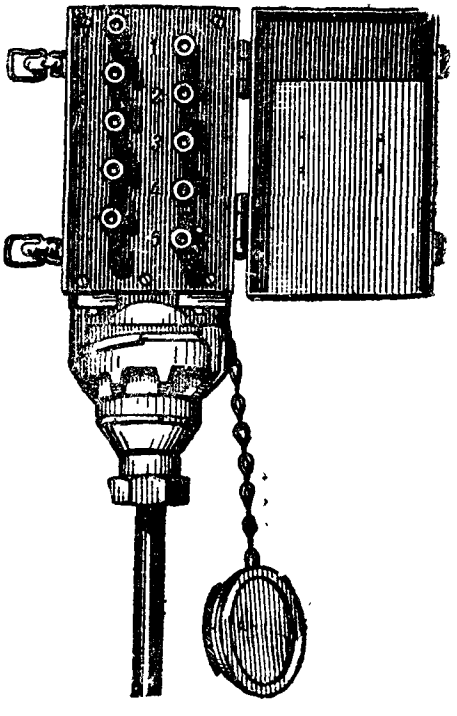


Рис. 278. Телефонный щиток ЛБК-20/12 (общий вид)

Генераторные щитки ЛБК-20/12

Генераторные щитки коммутатора ЛБК-20/12 служат для включения линейных, местных и моторных батарей с последующим соединением этих щитков кабелями типа ТТВК-5×2 с кроссом и аппаратными узла связи.

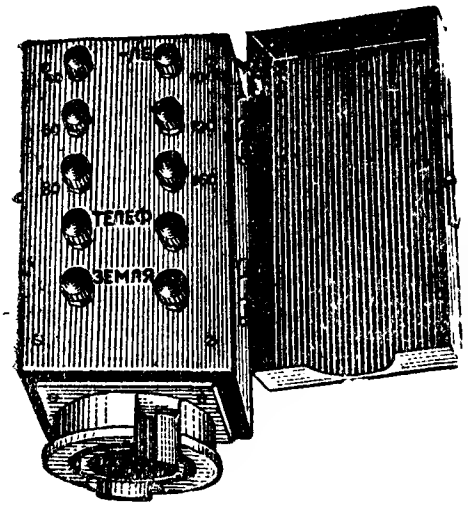


Рис. 279. Генераторный щиток ЛБК-20/12 (общий вид)

Все генераторные щитки устроены так же, как и линейные щитки, с той лишь разницей, что клеммы на панели генераторных щитков имеют другие отметки. Так, генераторный щиток минусовой линейной батареи имеет отметку —ЛБ (рис. 279) (соответственно щиток плюсовой линейной батареи имеет отметку +ЛБ), клеммы этого щитка, обозначенные 40, 60, 80, 100, 120, 160, соответствуют градациям напряжений линейной батареи; две клеммы «т е л е ф.» предназначены для включения телефона служебной связи кросса с аккумуляторно-генераторной станцией узла связи, а две клеммы «земля» — для включения земли.

Включение соединительных кабелей генераторных щитков осуществляется посредством полумуфт, таких же по устройству, как и полумуфт аппаратных щитков.

§ 88. СХЕМА КОММУТАТОРА ЛБК-20/12

Принципиальная схема коммутатора ЛБК-20/12 показана на рис. 280. Рассмотрим несколько вариантов переключения на ЛБК-20/12.

Вариант 1. Включить аппарат однополюсного питания для работы в линию по средней точке *цепи 1,* подав на него напряжение линейной батареи +40 *в*. Для этого случая надо:

— батарейный переключатель поставить на +40-вольтовой градации;

— на кроссировочной панели соединить накоротко клемму аппарата с клеммой «Средняя точка цепи»;

— на кроссировочной панели соединить накоротко линейные клеммы данной цепи с клеммами линейных обмоток трансформатора.

Сделав такое соединение, мы образуем цепь 1.

Ц е п ь 1: контакт *1а* полумуфты *Ген. +ЛБ,* батарейный переключатель *Кл. апп,* движок переключателя, пружины батарейного гнезда *Гн. бат.,* предохранитель 0,25 *а,* контакт *1б* полумуфты *Апп. щиток,* схема аппарата, контакт *1а* полумуфты *Апп. щитка,* пружины гнезда аппаратного щитка *Гн. апп.,* кроссировка

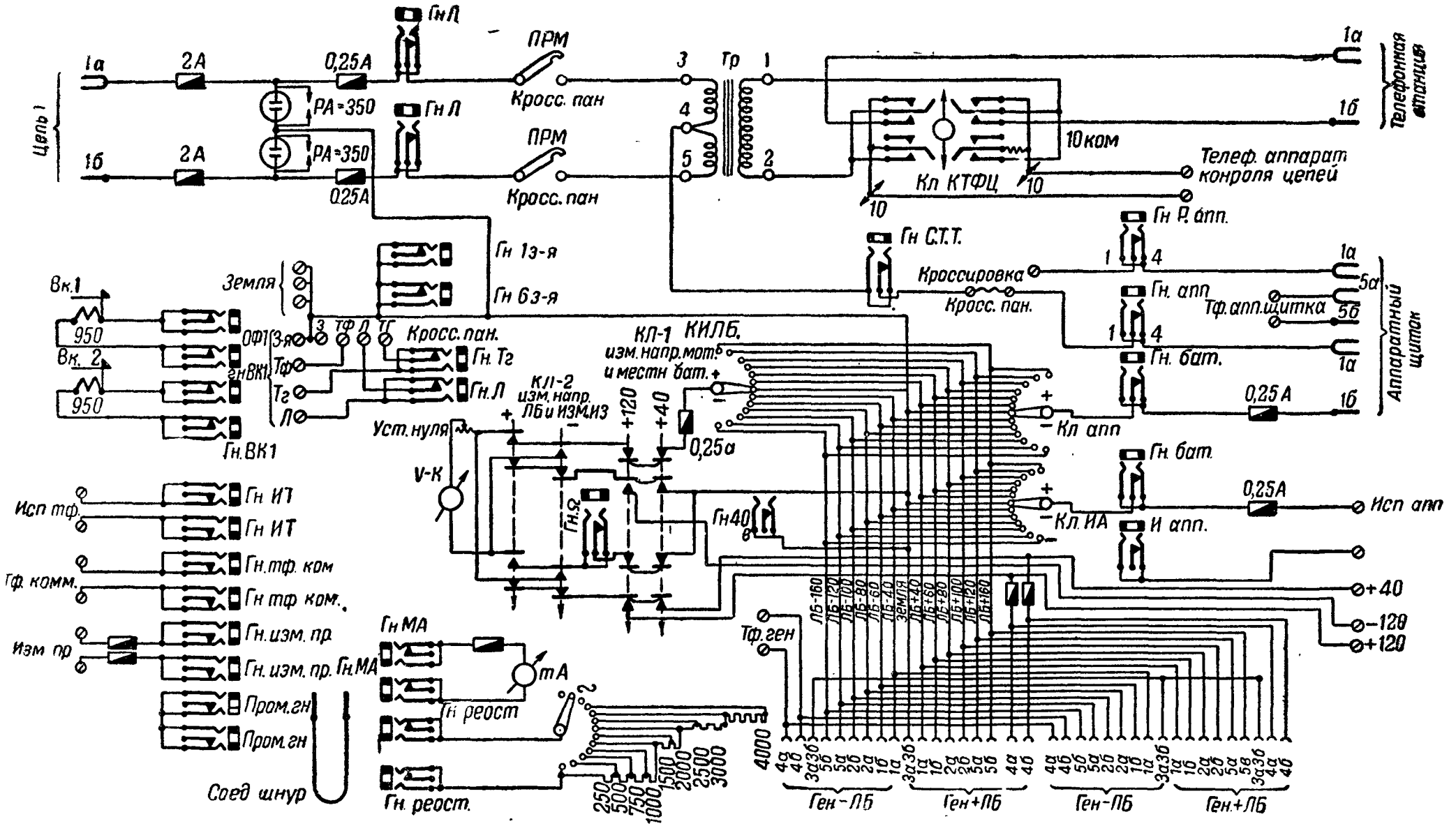


Рис. 280. Схема ЛБК-20/12

Кросс. пан., пружины гнезда средней точки трансформатора *Гн. СТТ*, средняя точка (4) трансформатора, перемычки кроссировки *Кросс. пан.* обоих проводов, пружины обоих линейных гнёзд *Гн. Л*, предохранители 0,25 *а* и 2 *а* линейной защиты, контакты *1а* и *1б* полумуфты линий, цепь *1*, схема аппарата соседней станции, земля. Землёй ток вернётся к заземлённому минусу линейной батареи, пройдя следующие приборы ЛБК-20/12: клемма *Земля*, контакты *3а* и *3б* полумуфты *Ген. ±ЛБ*, минус батареи.

Вариант 2. Включить аппарат двухполюсного питания для работы в линию по средней точке цепи *1*, подав на ± *ЛБ* 80 *в*. Для этого случая надо:

— поставить один переключатель на +80, а второй на —80 (занять два батарейных переключателя);

— на кроссировочной панели ЛБК-20/12 соединить клеммы данного аппарата со средней точкой трансформатора так же, как было указано в варианте 1;

— замкнуть накоротко перемычками клеммы линии и клеммы линейной обмотки трансформатора (см. вариант 1).

Сделав такое соединение, мы образуем цепь *2*, которая для плюсовой посылки будет такой же, как и цепь *1*, только начало цепи надо брать с контакта *2а Ген. +ЛБ*. Для минусовой посылки цепь тока будет такой же, как и цепь *1*, только начало цепи надо брать от контакта *2а* полумуфты *Ген. —ЛБ*.

Вариант 3. Показать прохождение телефонного тока по цепи *1* для следующих случаев: абонент телефонной станции разговаривает с абонентом, включённым на другом конце цепи *1*; техник кросса контролирует прохождение телефонной связи, не разъединяя абонентов; техник кросса берёт цепь на свой телефонный аппарат контроля цепей, выключая абонента ЦТС своего узла. Для этих случаев образуются цепи 3А, 3Б и 3В. Положение приборов и кроссировка остаются такими же, как и в вариантах 1 и 2.

Цепь 3А: аппарат абонента нашей ЦТС, контакт *1а* полумуфты телефонной станции (*Тел. ст.*), верхний левый набор пружин ключа контроля телефонных цепей (*Кл. КТФЦ*), зажим *2* трансформатора *Тр*, станционная обмотка *Тр*, зажим *1 Тр*, верхний правый набор пружин ключа *Кл. КТФЦ*, контакт *1б* полумуфты *Тел. ст.*, аппарат абонента. Индуктированный ток в линейной обмотке трансформатора проходит: зажим *3 Тр*, перемычка *Прм.*, *Кросс пан.*, пружины *Гн. Л*, предохранители 0,25 *а* и 2 *а*, контакт *1а*, провод *а* цепи *1*, аппарат абонента, провод *б* цепи *1*, контакт *1б* полумуфты, предохранители 2 *а* и 0,25 *а*, пружины *Гн. Л*, перемычка *Прм.*, зажим *5* трансформатора *Тр*.

Чтобы образовать цепь 3Б, надо ключ *Кл. КТФЦ* повернуть вниз, тогда замыкаются нижние пружины левого и правого наборов, благодаря чему в цепь параллельно подключается телефонный аппарат контроля цепей.

Цепь 3Б: собственно такая же, как и цепь 3А, только часть тока от абонента нашей ЦТС ответвляется через сопротивление в 10 000 *ом* в телефонный аппарат контроля телефонной цепи. Прохождение тока в цепи линейной обмотки трансформатора такое же, как и в цепи 3А.

Чтобы образовать цепь 3В, надо ключ *Кл. КТФЦ* повернуть вверх, благодаря чему станционная обмотка переключается на аппарат контроля телефонных цепей, а абонент ЦТС выключается.

Цепь 3В: аппарат контроля цепей, правый верхний набор пружин *Кл. КТФЦ*, зажим *1 Тр*, станционная обмотка *Тр*, зажим *2 Тр*, верхний левый набор пружин *Кл. КТФЦ*, аппарат контроля телефонных цепей. Прохождение тока в цепи линейной обмотки трансформатора такое же, как и в цепи 3А.

Вариант 4. Измерение напряжения линейной, местной и моторной батарей. Для этих случаев образуются цепи 4А, 4Б, 4В и 4Г.

Чтобы измерить напряжение *+ЛБ*, надо ключ *Кл-2* поставить на отметку *+ЛБ*, тогда образуется цепь 4А, а переключатель *КИЛБ* поставить на измеряемую градацию (например, +160 *в*).

Цепь 4А: контакт *5б* полумуфты *Ген. +ЛБ*, переключатель *КИЛБ*, верхние пружины ключа *Кл-1*, сопротивление *уст. нуля*, вольткилоомметр *V-K*, пружины ключа *Кл-2*, пружины гнезда *Гн. Л*, пружины ключа *Кл-1*, контакты *3а* и *3б* полумуфты *Ген. +ЛБ*, минус плюсовой линейной батареи.

Чтобы измерить напряжение *—ЛБ*, надо ключ поставить на отметку *—ЛБ*, тогда образуется цепь 4Б, а переключатель *КИЛБ* поставить на измеряемую градацию (допустим, —120 *в*).

Цепь 4Б: контакт *5а* полумуфты *Ген. —ЛБ*, переключатель *КИЛБ*, верхние пружины ключа *Кл-1*, верхние пружины правого набора ключа *Кл-2*, V-K, сопротивление установки нуля, нижние пружины левого набора ключа *Кл-2*, пружины гнезда *Гн. Л*, контакты *3а* и *3б* полумуфты *Ген. —ЛБ* и плюс минусовой *ЛБ*.

Чтобы измерить напряжение местной батареи, надо ключ *Кл-1* поставить на отметку *+40*, тогда образуется цепь 4В.

Цепь 4В: зажим *+40*, нижние пружины *Кл-1*, нижние пружины ключа *Кл-2*, сопротивление установки нуля, *V-K*, вторые пружины (считая сверху) ключей *Кл-2* и *Кл-1*, контакты *3а* и *3б* полумуфты *Ген. +ЛБ* (эти контакты являются «землёй» и для местной батареи) и минус *МБ*.

Чтобы измерить напряжение моторной батареи, надо ключ *Кл-1* поставить на отметку +120, тогда образуется цепь 4Г.

Цепь 4Г: зажим +120, нижние пружины ключей *Кл-1* и *Кл-2*, сопротивление установки нуля, *V-K*, вторые пружины (считая сверху) ключей *Кл-2* и *Кл-1*, зажим —120.

Вариант 5. Измерить силу исходящего и входящего тока в цепи. Для этих случаев образуются цепи 5А и 5Б.

Чтобы измерить силу исходящего тока в цепи какого-либо аппарата, надо составить цепь 5А, для чего:

— одной шнуровой парой соединить одно гнездо миллиамперметра *Гн. МА* с аппаратным гнездом *Гн. апп.* того аппарата, в цепи которого измеряют исходящий ток;

— второй шнуровой парой соединить другое гнездо миллиамперметра *Гн. МА* или с линейным гнездом *Гн. Л* (если работают по одному проводу), или с гнездом средней точки *Гн. СТТ* (если работают по средней точке цепи).

Пусть для нашего примера соединены одно гнездо *Гн. МА* с аппаратным гнездом, а другое гнездо *Гн. МА* с линейным гнездом (верхним) *Гн. Л*; в этом случае ток будет проходить по цепи 5А следующим образом:

Цепь 5А: контакт *1б* (на аппарат подано напряжение 60 *в*), батарейный переключатель *Кл. апп.*, пружины *Гн. бат.*, контакт *1б* полумуфты *Апп. щиток*, схема аппарата, контакт *1а* полумуфты *Апп. щиток*, длинные пружины *Гн. апп.*, штепсель первый шнуровой пары, шнур, второй штепсель первой шнуровой пары, пружины *Гн. МА*, миллиамперметр, второе гнездо *Гн. МА*, штепсель второй шнуровой пары, шнур, второй штепсель второй шнуровой пары, длинные пружины *Гн. Л*, предохранители 0,25 *а* и 2 *а*, линия, схема аппарата другой станции, земля. Землёй ток вернётся к заземлённому минусу, пройдя: клемму *Земля*, контакт *3а* и *3б Ген. +ЛБ* и заземлённый минус плюсовой линейной батареи.

При измерении силы входящего тока возможны два случая: первый случай, когда миллиамперметр включается в цепь без реостата, и второй случай, когда последовательно с миллиамперметром включён реостат. Разберём цепь 5Б для последнего случая, как более сложную. Чтобы составить цепь 5Б с реостатом, надо соединить шнуровыми парами:

— гнездо средней точки *Гн. СТТ* с одним гнездом миллиамперметра *Гн. МА*;

— второе гнездо *Гн. МА* соединить с одним гнездом реостата;

— второе гнездо реостата соединить с одним из свободных гнёзд *Земля* третьей шнуровой парой.

Цепь 5Б: ток поступает с линии, проходит на зажим *4* (средняя точка *Тр*), длинные пружины *Гн. СТТ*, первая шнуровая пара, пружины *Гн. МА*, миллиамперметр, вторая шнуровая пара, пружина *Гн. реост.*, переключатель реостата, сопротивление реостата, пружины *Гн. реост.*, третья шнуровая пара, пружины *Гн. 2 з-я*, земля. Землёй ток вернётся к заземлённому полюсу батареи.

Кроссировка на ЛБК-20/12

Чтобы соединить какой-либо аппарат с нужной линией или средней точкой цепи, надо произвести соответствующие соединения клемм на кроссировочной панели коммутатора (см. рис. 269).

Пусть схемой связи задано, что аппараты с № 1 по № 5 должны работать по цепям с № 1 по № 5, а аппараты с № 6 по № 12 должны работать по телеграфным проводам с № 11 по № 17. Чтобы скроссировать линии и аппараты согласно заданию, надо:

— соединить перемычками линии с № 1 по № 10 с линейными обмотками трансформаторов с № 1 по № 5 (эти клеммы размещены в третьем ряду клемм кроссировочной панели, считая слева);

— соединить кроссировочными проводниками клеммы средних точек трансформаторов с № 1 по № 5 (эти клеммы расположены в левом ряду клемм панели, считая снизу вверх) с клеммами аппаратов с № 1 по № 5 (эти клеммы расположены во втором ряду клемм панели, считая сверху вниз), соблюдая нумерацию средних точек и аппаратов, т. е. аппарат № 1 соединяется со средней точкой № 1, и т. д.;

— разъединить клеммы (снять перемычки) линий с № 11 по № 17 и клеммы линейных обмоток трансформаторов с № 6 по № 9;

— кроссировочным проводником соединить клеммы аппаратов с № 6 по № 12 соответственно с клеммами линий с № 11 по № 17, соблюдая следующий порядок кроссировки: аппарат № 6 соединить с линией № 11, аппарат № 7 — с линией № 12, аппарат № 8— с линией № 13, аппарат № 9 — с линией № 14, аппарат № 10— с линией № 15, аппарат № 11 — с линией № 16, аппарат № 12 — линией № 17.

При такой кроссировке остаются свободными провод № 18 и цепь № 10 (с проводами 19 и 20) и не задействованы трансформаторы с № 6 по № 9.

§ 89. РАЗВЕРТЫВАНИЕ, СВЕРТЫВАНИЕ И УПАКОВКА ЛБК-20/12

Развёртывание коммутатора ЛБК-20/12 производится в такой последовательности:

— вынуть из упаковочного ящика (нижний ящик на рис. 281) коммутатор и установить его на место в помещении, отведённом для оборудования кросса;

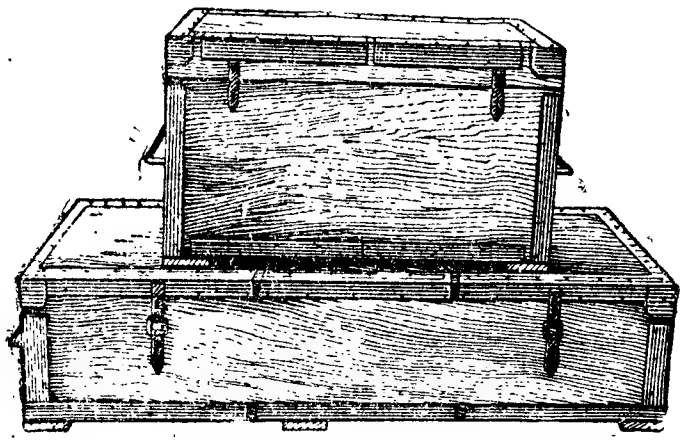


Рис. 281. Установочные ящики ЛБК-20/12

— вынуть из упаковочного ящика (на рис. 281 этот ящик верхний) подстолье и подвесить его на коммутаторе;

— распределить щитки комплекта ЛБК-20/12 на местах их установки: линейные щитки на вводы линий, аппаратные щитки в аппаратные ВТС узла, телефонные

щитки на ЦТС узла, генераторные щитки в аккумуляторно-генераторную станцию;

— подключить к соединительным полумуфтам коммутатора кабели согласно отметкам: полумуфты всех трёх соединительных кабелей от аппаратных щитков соединяются с полумуфтами, помеченными Апп. Щ-1, Апп. Щ-2, Апп. Щ-3 (верхние три полумуфты); полумуфты обоих соединительных кабелей от телефонных щитков соединяются с полумуфтами, помеченными Тел. ст. 1—5, Тел. ст. 6—10 (две левые полумуфты среднего ряда), полумуфты обоих соединительных кабелей от линейных щитков соединяются с полумуфтами, помеченными Линии 1—10 и Линии 11—20 (две правые полумуфты среднего ряда); полумуфты обоих соединительных кабелей от генераторных щитков с градациями напряжений линейных батарей соединяются с полумуфтами, помеченными Ген. +ЛБ и Ген. —ЛБ (две правые или левые полумуфты нижнего ряда);

— подключить испытательную аппаратуру (Морзе, телефоны), фильтр ОФ-1 (если он устанавливается), заземления и провода от моторной и местной батарей на панели с клеммами согласно отметкам у клемм;

— соединить перемычками на кроссировочной панели клеммы, помеченные «Линии» и «Линейные обмотки трансформаторов» всех цепей Пикара, и наоборот, эти клеммы разъединить на цепях, не используемых по схеме Пикара;

— соединить на кроссировочной панели клеммы, помеченные «Аппараты», с клеммами, помеченными «Средние точки трансформаторов» тех цепей, которые работают по схеме Пикара, а если цепи не работают по схеме Пикара, то соединяют клеммы «Аппараты» с клеммами «Линии»;

— проверить напряжения линейных, местных и моторных батарей;

— подать на аппараты напряжения линейных батарей переключателями.

Свёртывание и упаковка коммутатора ЛБК-20/12 производятся в такой последовательности:

— выключить все кабели и провода служебной и испытательной аппаратуры;

— снять подстолье и уложить его в упаковочный ящик;

— уложить коммутатор в упаковочный ящик;

— собрать все щитки комплекта и упаковать их.

Примечание. Если на кроссе устанавливают два и более коммутатора ЛБК-20/12, то их устанавливают рядом и производят соединение полумуфт +ЛБ и —ЛБ обоих коммутаторов специальными короткими кабелями. В остальном порядок развёртывания и свёртывания остается без изменений.

Чтобы облегчить запоминание порядка соединения отдельных элементов узла связи с кроссом, оборудованным коммутатором ЛБК-20/12, на рис. 282 показана скелетная схема всех соединений с ЛБК-20/12. Схема настолько проста, что не требует дополнительного пояснения.

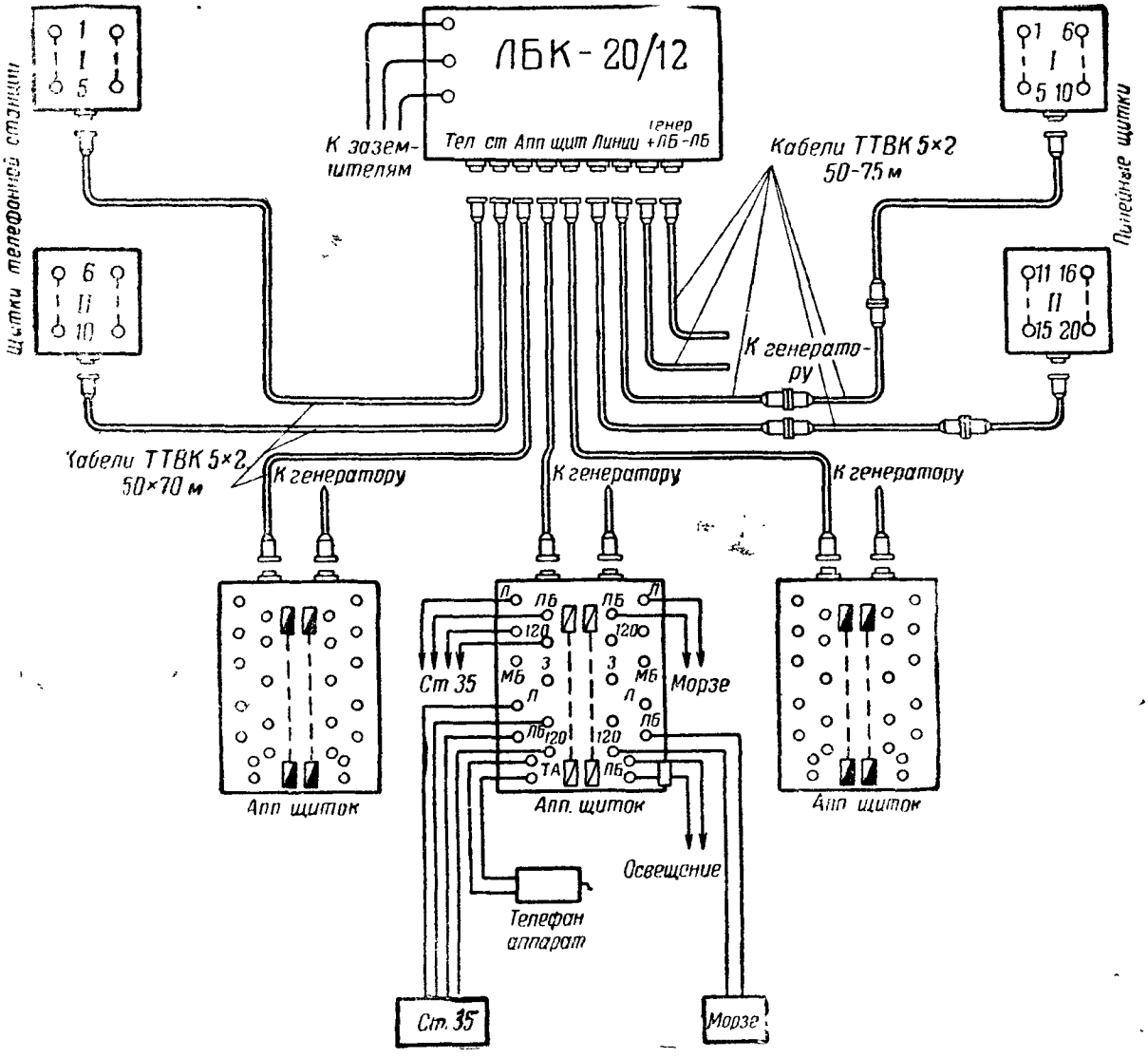


Рис. 282. Скелетная схема соединения элементов узла с кроссом, оборудованным ЛБК-20/12

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое коммутатор и зачем он ставится на ВТС?
2. Какие типы коммутаторов применяются на ВТС?
3. Как устроен швейцарский коммутатор?
4. Как устроен коммутатор ЛБК-19/14?
5. Как устроен коммутатор ЛБК-20/12?
6. Объясните принципиальную схему коммутатора ЛБК-20/12.
7. Зачем на ВТС ставят защитные приспособления?
8. Как устроен безвоздушный молниеотвод и его назначение?
9. Как устроен предохранитель Бозе и его назначение?
10. Как производить развёртывание и свёртывание коммутатора ЛБК-20/12?

ГЛАВА XIII

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕЛЕГРАФНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

§ 90. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗМЕРЕНИЯХ ПРОВОДОВ

Электрические измерения, производимые на кроссах военно-телеграфных станций, составляют один из важных разделов эксплоатации телеграфных устройств. Как правило, электрические измерения производятся всеми телеграфными станциями узлов связи и контрольно-испытательными пунктами. Естественно, что объём измерений для различных станций будет различным — это зависит от мощности самих станций, от наличия на них соответствующей измерительной аппаратуры и других причин. Однако лица, обслуживающие кроссы узлов и КИП, а равно и телеграфисты военно-телеграфных станций, должны уметь измерять сопротивление провода, заземлений, определять силу тока в цепи, напряжение источников тока и т. п. Без этих навыков работа телеграфа будет протекать без нужной точности, и зачастую такая работа «вслепую» приводит к неустойчивой телеграфной связи.

На военно-телеграфных станциях и КИП производятся следующие измерения:

— измерение сопротивления провода постоянному току;

— измерение сопротивления изоляции провода;

— измерение сопротивления заземлений;

— измерение силы тока в телеграфных цепях и тока утечки на линии;

— измерение напряжения на зажимах источников тока или в телеграфной цепи.

§ 91. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОВОДОВ ПОСТОЯННОМУ ТОКУ

В зависимости от числа проводов на линии данного направления сопротивление провода можно измерить:

— когда на линии только один провод — как одиночный провод с заземлением одного конца;

— когда на линии только два провода — методом шлейфа, без заземления;

— когда на линии имеется три и более проводов — методом трёх сумм (или шлейфа), без заземления.

Наиболее точные результаты измерений даёт метод трёх сумм, поэтому все узлы и КИП должны пользоваться этим методом, если позволяет наличие проводов на линии. Измерение сопротивления одиночного провода даёт меньшую точность за счёт заземления (поляризующее свойство земли), что неизбежно при одном проводе на линии.

Измерение сопротивления одиночного провода. Измерить сопротивление одиночного провода постоянному току можно следующими приборами:

1) вольтметром и миллиамперметром;
2) омметром типа МОП;
3) омметром типа ОДО-1;
4) мостом Уитстона.

При измерении сопротивления одиночного провода необходимо:

а) на станции, производящей измерения, присоединить провод к прибору, которым измеряют его сопротивление, а другой конец этого провода заземлить;

б) произвести два измерения: плюсом при измерении заземляется минус батареи и минусом при измерении заземляется плюс батареи;

в) при окончательном подсчёте величины сопротивления провода берут среднее арифметическое двух измерений (данные измерения плюсом и минусом складывают и делят на 2);

г) после подсчёта величины сопротивления согласно пункту «в» вычитают сопротивление двух заземлений; тогда величина сопротивления будет соответствовать истинному значению сопротивления измеренного провода;

д) вычислить сопротивление одного километра данного провода и сравнить полученные данные с данными норм. Например, измерили кабельную телеграфную линию с кабелем ПТГ-19 длиной 20 *км* и получили сопротивление всей линии 900 *ом*. Теперь, разделив 900 *ом* на число километров, мы получим сопротивление одного километра (оно будет равно $900 : 20 = 45$ *ом*). Сравнив полученные данные с нормой (ПТГ-19 имеет 45 *ом* на 1 *км*), приходим к выводу, что провод по своему сопротивлению хороший.

Измерение сопротивления провода вольтметром и миллиамперметром. Измерение сопротивлений этим способом основано на том, что приборы, включённые в телеграфную цепь (рис. 283, *а* и *б*), дают показания в зависимости от выбранного напряжения батарей и сопротивления цепи.

В самом деле, если через миллиамперметр проходит ток I, а вольтметр в то же время показывает напряжение U, то сопротивление R_x, по закону Ома, определится по формуле

$$R_x = \frac{U}{I} \text{ ом.} \qquad (79)$$

Теоретически полученное значение сопротивления цепи будет неточным, так как оно содержит в себе и сопротивление миллиамперметра. Но так как сопротивление миллиамперметра вообще мало, то практически неточностью результата за счёт сопротивления миллиамперметра пренебрегают.

При измерениях сопротивлений методом вольтметра и миллиамперметра напряжение батареи берут с таким расчётом, чтобы

сила тока в цепи была близка к нормальной рабочей силе тока. Ввиду того, что измеряемое сопротивление неизвестно, берут сначала или малые значения напряжения или включают последовательно реостат с известным сопротивлением, чтобы не испортить миллиамперметра. В дальнейшем напряжение доводят до такой величины, чтобы сила тока при измерении была близка к рабочей силе тока. Миллиамперметр лучше брать с нулём по середине шкалы, так как, чтобы получить более точную величину сопротивления, необходимо произвести два измерения: сначала одним, а потом вторым полюсом. При подсчёте окончательного результата нужно взять среднее арифметическое значение двух измерений.

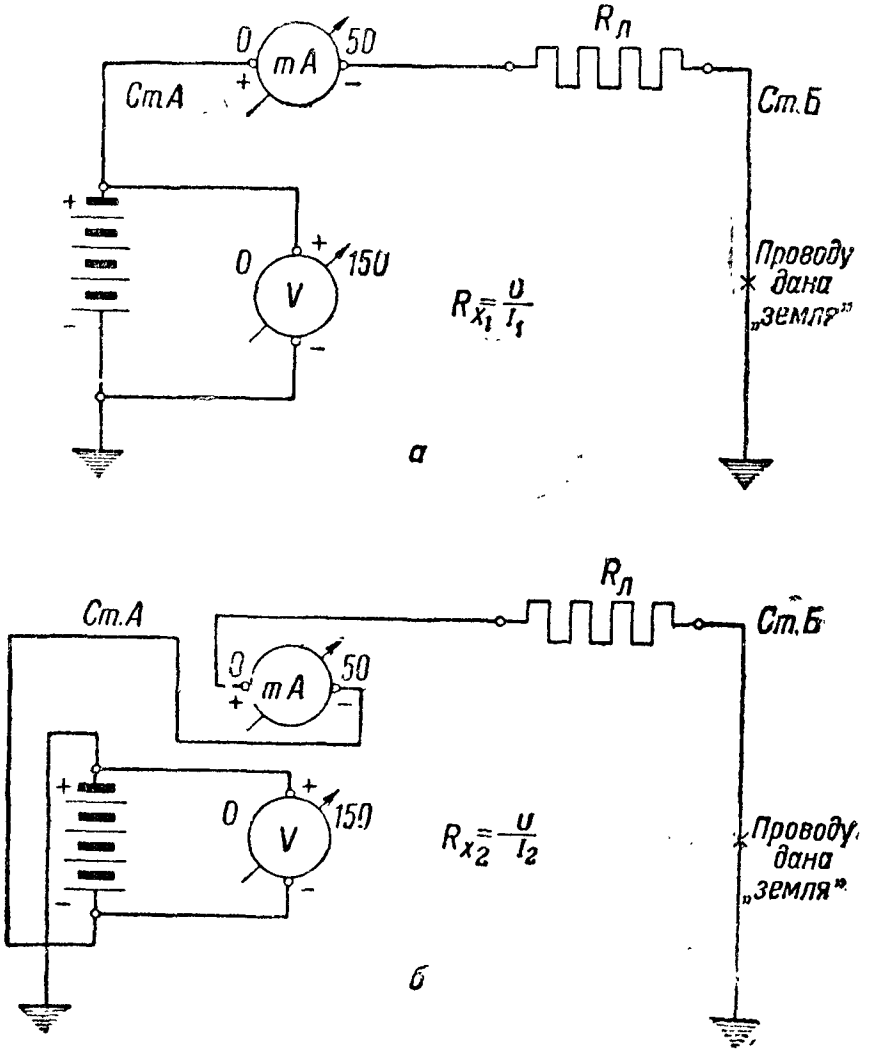


Рис. 283. Схема измерения сопротивления провода вольтметром и миллиамперметром:
а — измерение плюсом; *б* — измерение минусом

Измеряя таким образом сопротивление провода, мы получаем не чистое сопротивление провода, а сопротивление провода и двух земель, участвующих в измерении. Поэтому, чтобы получить чистое сопротивление провода, надо из полученного результата вычесть сопротивление двух земель.

Пример 1. Собираем схему, согласно рис. 283, *а* и производим первое измерение плюсом (заземлён минус батарей).

Показания миллиамперметра: $I_1 = 15$ *ма*; вольтметра $U = 30$ *в*.

Переключаем полюсы у батареи и концы у миллиамперметра, если он взят с односторонней шкалой, и производим второе измерение согласно рис. 283, *б* (плюс батареи заземлён, измеряем минусом).

Показания миллиамперметра: $I_2 = 12$ *ма*; вольтметра: $U = 30$ *в*.

Подсчитываем:

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{30}{0{,}015} = 2\,000 \text{ } ом; \; R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{30}{0{,}012} = 2\,500 \text{ } ом.$$

Берём среднее арифметическое и получаем:

$$\frac{R_1 + R_2}{2} = \frac{2\,000 + 2\,500}{2} = 2\,250 \text{ } ом.$$

Пусть сопротивление земель нашей и соседней станции соответствует 50 и 60 *ом*; следовательно, чистое сопротивление провода будет:

$$R_x = 2\,250 - (50 + 60) = 2\,250 - 110 = 2\,140 \text{ } ом.$$

Отметим, что измерение сопротивления провода вольтметром и миллиамперметром имеет широкое применение и все коммутаторы полевого типа снабжены соответственно этими измерительными приборами.

Измерение сопротивления провода омметром типа МОП. Поскольку сопротивление телеграфных проводов редко превышает 10 000 *ом*, отсчёт показаний на омметре следует вести по шкале «Сотни» (верхняя шкала), для чего к омметру подключают один элемент напряжением 1,5 *в*. Перед началом измерения надо подготовить прибор к измерению согласно указаниям пункта 4, § 38, главы 4. Подготовив омметр к измерению, к нему присоединяют измеряемый провод и заземление к зажимам «Х» (рис. 284, *а*), после чего нажимают кнопку «Ω» (омега), отсчитывают показание по шкале «Сотни» и умножают это показание на 100.

После первого измерения производят второе измерение обратным полюсом, для чего переключают концы проводов у зажимов «Х» (рис. 284, *б*). Нажав на кнопку «Ω», отсчитывают показание на шкале «Сотни» и умножают его на 100. Из двух полученных значений вычисляют среднее арифметическое и, вычтя сопротивление двух земель, получают значение чистого сопротивления провода.

Пример 2. При измерении провода получены показания омметра 1 500 *ом* и 1 600 *ом*.

Если сопротивление двух земель 50 *ом*, то чистое сопротивление провода будет:

$$R = \frac{1\,500 + 1\,600}{2} - 50 = 1\,500 \text{ } ом.$$

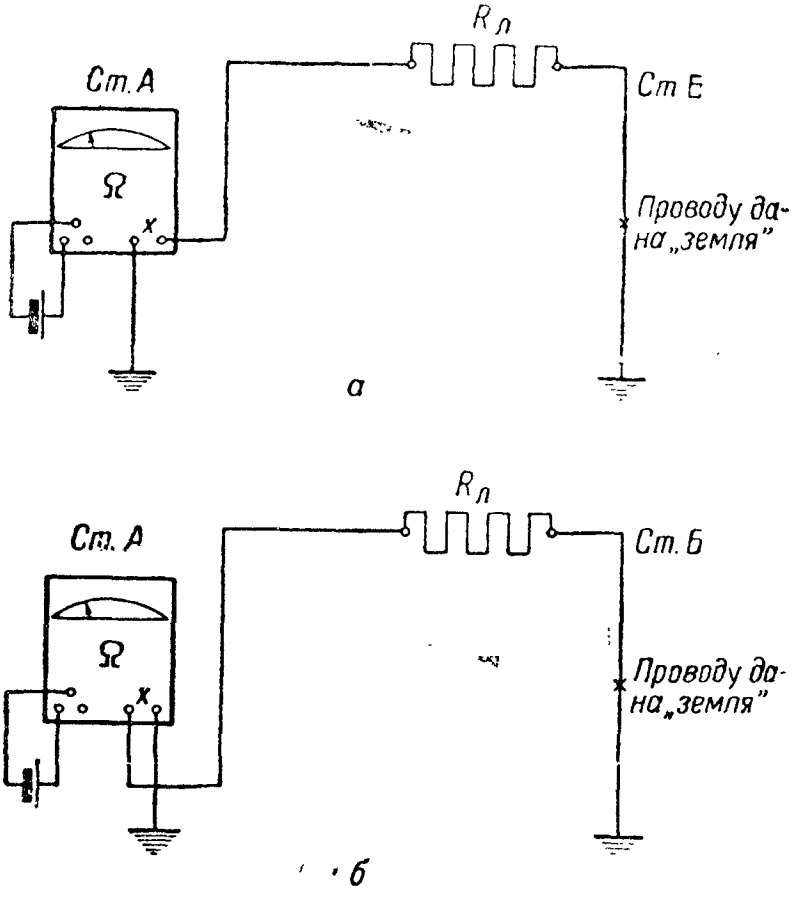


Рис. 284. Схема измерения сопротивления провода омметром:

***а* — измерение одним полюсом; *б* — измерение другим полюсом**

Измерение сопротивления провода омметром ОДО-1. При измерении сопротивления провода омметром ОДО-1 необходимо учитывать следующее. Если сопротивление измеряемого провода не больше 3 000 *ом*, выгоднее пользоваться пределом шкалы 0—3 000 *ом*, а если сопротивление провода больше 3 000 *ом*, то надо пользоваться пределом шкалы 0 — 30 000 *ом*. Перед началом необходимо подготовить прибор согласно пункту 5, § 38, главы 4. После этого, при измерении в пределах 0—3 000 *ом*, измеряемый провод и заземление присоединяют к зажимам «0» и «×1» и отсчитывают показания по шкале в омах (в заводской инструкции указывается, что в этом случае показания омметра умножаются на 1, что не меняет величины показаний по шкале).

Пример 3. При измерении провода стрелка омметра установилась на 500-м делении шкалы, следовательно, сопротивление измеренного провода равно:

$$R_x = 500 \cdot 1 = 500 \text{ ом}.$$

При измерении в пределах 0—30 000 *ом* надо измеряемый провод и заземление присоединить к зажимам «0» и «×10» и показания по шкале умножить на 10.

Пример 4. При измерении провода стрелка омметра установилась на 400-м делении шкалы, следовательно, измеренное сопротивление провода равно:

$$R_x = 400 \cdot 10 = 4\,000 \text{ ом}.$$

Последовательность измерений и определения чистого сопротивления провода при измерении омметром ОДО-1 такая же, как и при измерении омметром МОП.

Измерение сопротивления проводов методом шлейфа. Сущность измерения сопротивления проводов методом шлейфа заключается в том, что пара проводов на оконечной станции скрещивается, образуя шлейф. Измеряющая станция включает этот шлейф на свой прибор и определяет его сопротивление. Полученный результат будет равен сумме сопротивлений обоих проводов. Допустим, что провода одинаковые. Тогда величину, полученную измерением, делят на 2 и с достаточной для практики точностью получают сопротивление каждого провода в отдельности.

Измерить сопротивление проводов этим способом можно любыми приборами и, в частности, теми, которые указывались при измерении сопротивления одиночных проводов.

Пример 5. Пусть мы имеем от станции *А* до станции *Б* два одинаковых провода. Для того чтобы измерить их сопротивления, соседняя станция скрещивает провода (соединяет оба провода между собой), а станция, производящая измерение, подключает провода к омметру (МОП), нажимает кнопку „Ω" и производит отсчет по шкале прибора. Допустим, что стрелка установилась на 220-м делении шкалы. Следовательно, сопротивление обоих проводов равно $220 \cdot 100 = 2\,200$ *ом*, а каждого провода

$$R_{1\ пров} = \frac{2\,200}{2} = 1\,100\ ом.$$

Измерение сопротивления проводов способом трёх сумм. Если между станциями *А* и *В* имеется три провода и более, очень точные измерения их сопротивлений можно произвести по способу трёх сумм. Разберём сначала, в чём заключается сущность способа трёх сумм.

Допустим, что между двумя станциями имеется три провода, сопротивления которых (каждого по отдельности) надо определить. Для этого все три провода на одном конце соединяются между собой, а на другом конце производят три измерения этих проводов, условно обозначенных буквами x, y, z. Схема такого измерения показана на рис. 285.

Измерения производят в такой последовательности: сначала измеряют сопротивление пары проводов, обозначенных x и y, затем x и z и, наконец, y и z. Во всех трёх измерениях омметр показывает сумму сопротивлений каждой пары проводов.

Записываются эти измерения так:

$$\begin{aligned} x + y &= a; \\ x + z &= б; \\ y + z &= в. \end{aligned} \qquad (80)$$

Теперь, чтобы определить, например, величину сопротивления провода x (а также y и z), надо решить эту систему уравнений относительно x (а равно относительно y и z). Решим это уравнение таким путём. Величина сопротивления провода x входит в сумму $a = x + y$ и $б = x + z$.

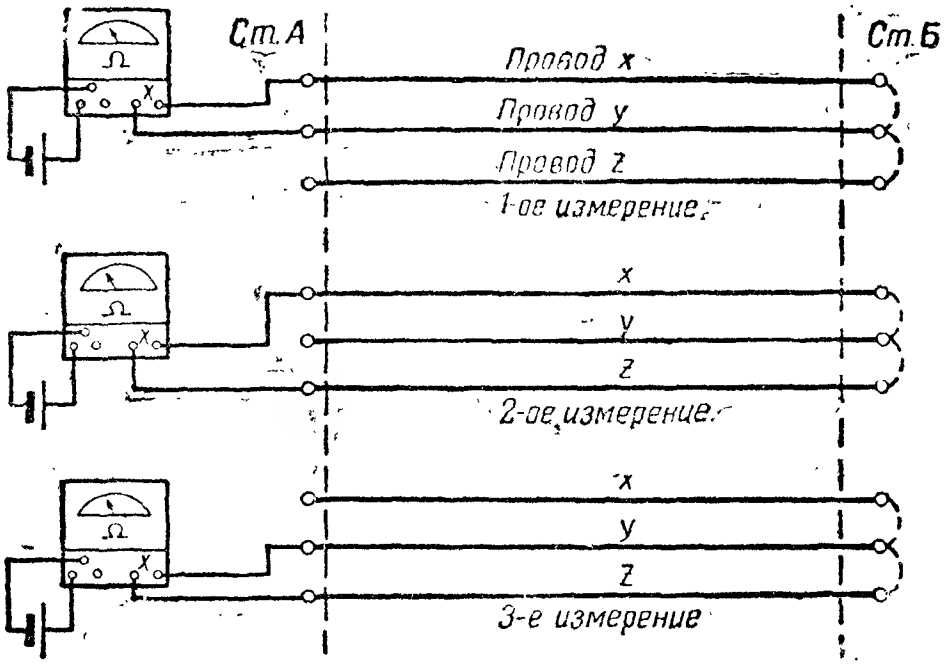


Рис. 285. Схема измерения сопротивления проводов методом трёх сумм омметром

Тогда, складывая, имеем:

$$а + б = x + y + x + z = 2x + y + z.$$

Вычитая из последнего выражения $y + z = в$, получим:

$$а + б - в = 2x + y + z - (y + z) = 2x.$$

Откуда

$$x = \frac{а + б - в}{2} \text{ ом.} \qquad (81)$$

Точно так же находим y и z. Опуская решение уравнения относительно y и z, приведём окончательные формулы для определения x, y и z:

$$x = \frac{а + б - в}{2} \text{ ом,} \qquad (82)$$

$$y = \frac{а + в - б}{2} \text{ ом,} \qquad (83)$$

$$z = \frac{б + в - а}{2} \text{ ом.} \qquad (84)$$

Такова сущность способа трёх сумм. Теперь решим пример на определение сопротивления проводов по приведённым формулам.

Пример 6. Пусть мы измеряем сопротивления проводов по схеме рис. 285 и получили показания омметра соответственно:

1-е измерение — $x + y = а = 2\,800$ ом.
2-е измерение — $x + z = б = 3\,200$ ом.
3-е измерение — $y + z = в = 3\,600$ ом.

Подставляя эти данные в формулы (82)—(84), определим сопротивление каждого провода.

Сопротивление провода $x = \frac{а + б - в}{2} = \frac{2\,800 + 3\,200 - 3\,600}{2} = \frac{2400}{2} = 1\,200$ *ом.*

Сопротивление провода $y = \frac{а + в - б}{2} = \frac{2\,800 + 3\,600 - 3\,200}{2} = \frac{3200}{2} = 1\,600$ *ом.*

Сопротивление провода $z = \frac{б + в - а}{2} = \frac{3200 + 3\,600 - 2800}{2} = \frac{4000}{2} = 2\,000$ *ом.*

Имея в виду, что при измерении способом трёх сумм в цепи измерения участвуют только провода (земли не используются), этот способ даёт более точные результаты по сравнению с измерениями одиночных проводов. Измерение сопротивления проводов методом трёх сумм следует применять всякий раз, когда имеется не менее трёх проводов на линии данного направления.

§ 92. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДОВ

При телеграфировании весьма важное значение имеет утечка тока с провода в землю (на однопроводных линиях) или утечка тока с одного провода на другой (на двухпроводных линиях). Величина силы тока утечки зависит от сопротивления изоляции провода (чем выше изоляция провода, тем меньше утечка и наоборот). Поэтому всегда надо учитывать эту важную характеристику провода, поскольку от неё зависит пригодность (или непригодность) провода к работе.

Чтобы измерить сопротивление изоляции любым из указанных ниже способов, надо:

а) на однопроводных линиях — на одном конце линии провод изолировать, а на другом конце (там, откуда измеряют) присоединить провод и землю к измерительному прибору;

б) на двухпроводных линиях — на одном конце линии оба провода изолировать, а на другом конце оба провода присоединить к измерительному прибору.

Сопротивление изоляции проводов может быть измерено с достаточной для практики точностью следующими способами:

— способом одного вольтметра;
— омметром;
— меггером.

Измерения сопротивления изоляции проводов на однопроводных и двухпроводных линиях, в сущности, одинаковы, поэтому ниже все схемы измерений даны для однопроводных линий. Любую из этих схем можно применить и для двухпроводных линий, для чего достаточно к прибору присоединить другой провод вместо земли.

Измерение сопротивления изоляции провода одним вольтметром. В основе этого способа измерения лежит следующее. Известно, что падение напряжения во всей замкнутой цепи равно сумме падений напряжений на каждом её участке. При этом чем больше сопротивление участка, тем больше падение напряжения на нём, и наоборот. Способ вольтметра как раз и использует это свойство распределения падения напряжения на отдельных участках внешней цепи.

Составим схему согласно рис. 286а (E — источник тока, $П$ — переключатель, V — вольтметр и R_x — неизвестное измеряемое сопротивление, которым можно представить сопротивление изоляции, и произведём два измерения.

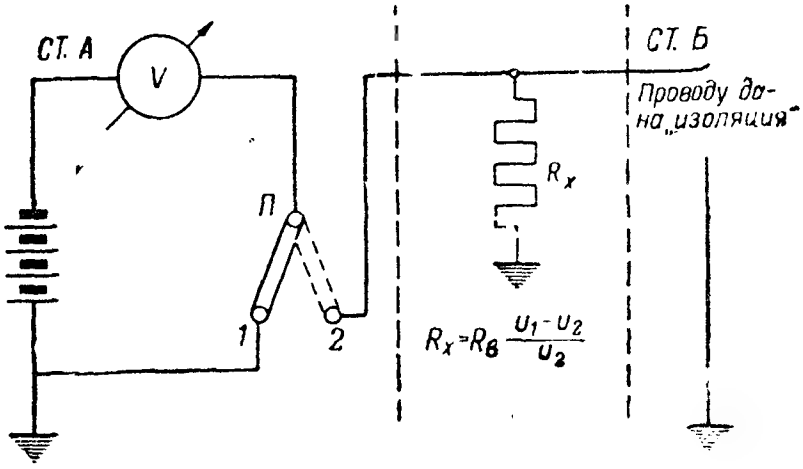


Рис. 286а. Схема измерения сопротивления изоляции провода вольтметром

Вначале измерим величину напряжения батарей, для чего переставим переключатель $П$ в положение *1* и запишем показание вольтметра, равное U_1. Затем включим последовательно с батареей и вольтметром измеряемое сопротивление R_x (проводу на другом конце дана «изоляция»), для чего переключатель $П$ поставим в положение *2*, и снова запишем показание вольтметра, равное U_2.

Зная эти два показания U_1 и U_2 и внутреннее сопротивление вольтметра $R_в$, можно определить величину сопротивления R_x по формуле

$$R_x = R_в \frac{U_1 - U_2}{U_2} \text{ ом}, \qquad (85)$$

где R_x — неизвестное измеряемое сопротивление;
U_1 — первое показание вольтметра;
U_2 — второе показание вольтметра;
$R_в$ — сопротивление вольтметра в омах.

Пример 1. Пусть сопротивление вольтметра $R_в$ будет 20 000 *ом*.

1. Первое показание вольтметра (переключатель в положении 1)

$$U_1 = 100 \text{ в}.$$

2. Второе показание вольтметра (переключатель в положении 2)

$$U_2 = 10 \text{ в}.$$

3. Сопротивление изоляции провода подсчитываем по формуле

$$R_x = R_в \frac{U_1 - U_2}{U_2} = 20\,000 \frac{100 - 10}{10} = 20\,000 \cdot 9 = 180\,000 \text{ ом}.$$

Этим способом, кроме изоляции провода, можно также измерить и любые большие сопротивления, но надо помнить, что точность измерения будет тем больше, чем больше измеряемое сопротивление.

При выборе вольтметра и источника тока для измерения вольтметром необходимо учитывать следующее:

а) внутреннее сопротивление вольтметра должно быть возможно большим (измерить заранее и пометить на приборе);

б) шкала вольтметра должна быть порядка 150—300 *в*; напряжение батареи берут порядка от $\frac{2}{3}$ до $\frac{3}{4}$ шкалы вольтметра, т. е. при шкале вольтметра в 150 *в* надо взять батарею 100—120 *в*.

Измерение сопротивления изоляции провода омметром. При измерении сопротивления изоляции омметром нужно использовать его нижнюю шкалу (помечена словом «тысячи»), по которой можно измерить сопротивление изоляции до 100 000 *ом*. К омметру в этом случае надо подключить батарею 8 *в*, присоединив её к зажимам «+» и «8 *в*».

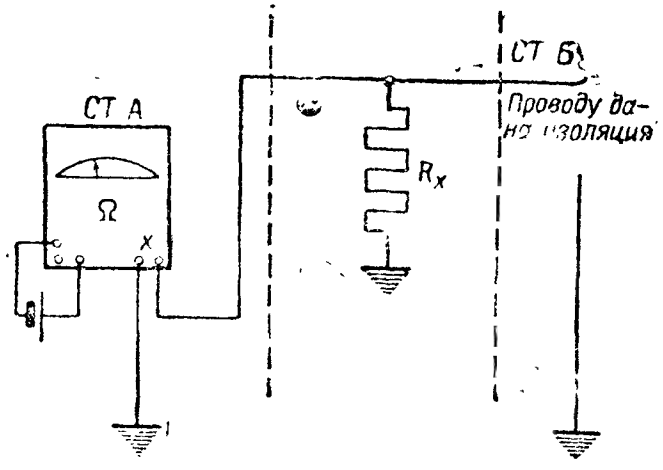


Рис. 286б. Измерение сопротивления изоляции провода омметром

Для измерения изоляции провода омметром он включается по схеме рис. 286б. После того как проводу дана с соседней станции изоляция, нажимают кнопку «Ω» и по шкале «Тысячи» отсчитывают сопротивление изоляции измеряемого провода в омах (показание стрелки прибора умножается на 1 000).

Пример 2. При измерении сопротивления изоляции провода стрелка омметра установилась на 50-м делении шкалы. Чему равно сопротивление изоляции $R_{из}$ этого провода? Согласно сказанному выше, имеем:

$$R_{из} = 50 \cdot 1\,000 = 50\,000 \text{ ом}.$$

Измерение сопротивления изоляции провода меггером типа МПИ. Для измерения сопротивления изоляции однопроводной линии составляется схема по рис. 287. Провод на противоположном конце линии изолируется. Процесс измерения довольно прост, но требует некоторого навыка.

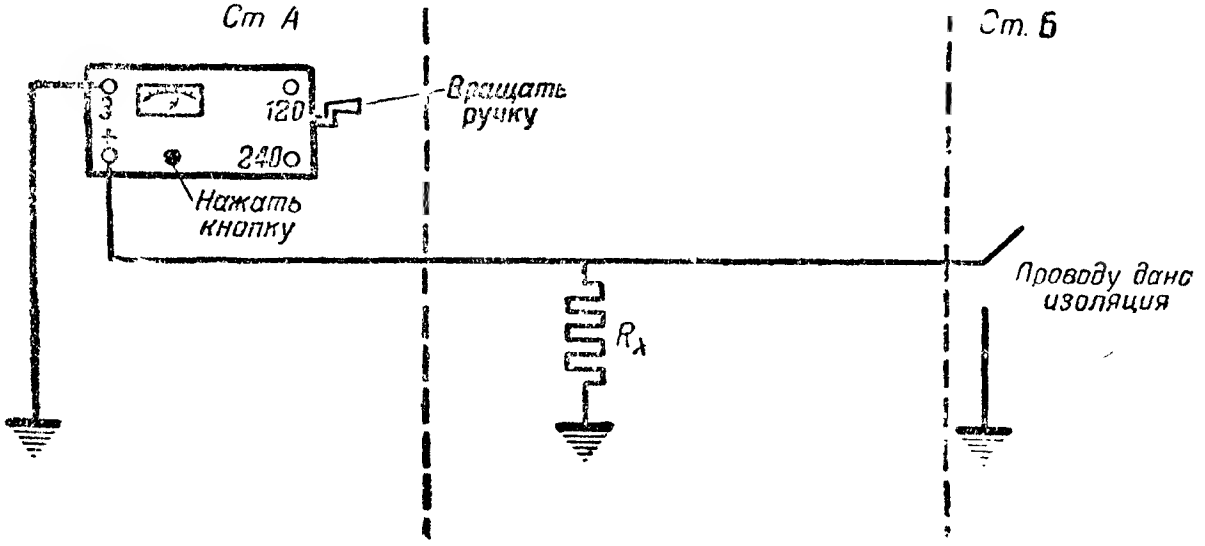


Рис. 287. Схема измерения сопротивления изоляции провода меггером МПИ

Присоединяя провода к прибору, нажимают кнопку шунта и вращают ручку с такой скоростью, чтобы стрелка прибора стала на нуль. После установки стрелки на нуль отпускают кнопку, продолжая вращать ручку с установленной ранее скоростью, и отсчитывают показания по верхней шкале прибора.

§ 93. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАЗЕМЛЕНИЙ

Наличие заземления в телеграфной цепи (одного или нескольких) требует проверки их сопротивления.

Необходимость измерения заземлений вызывается тем, что сопротивление заземлений меняется вследствие понижения уровня грунтовых вод, высыхания влажного грунта и, наконец, химического воздействия почвы на материал заземления.

Чтобы получить более точные результаты, измерения заземлений ведут переменным током. При измерении постоянным током на результат измерения влияет поляризующее действие заземлений, которое может сильно исказить истинную величину сопро-

тивления заземления. Для не особенно точных измерений можно применять и постоянный ток (измерение омметром).

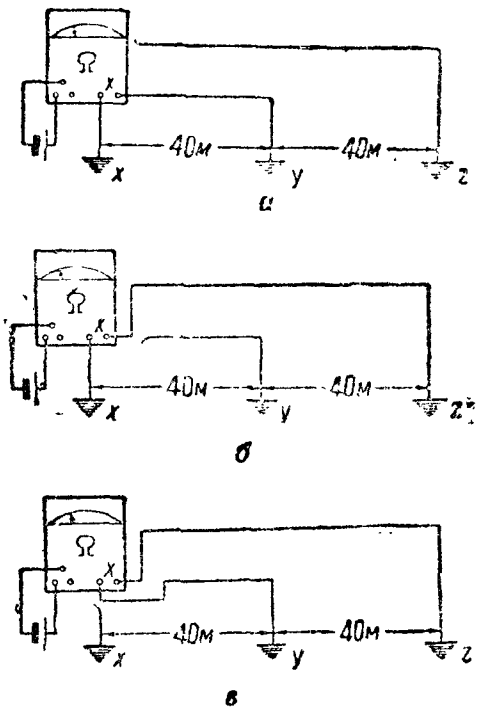


Рис. 288. Схема измерения сопротивления заземлений методом трёх сумм омметром

Сущность способа трёх сумм заключается в том, что берут три заземления x, y и z (рис. 288) и, соединяя их попарно, производят три измерения с помощью любого прибора, например, омметра. Зная эти три суммы сопротивлений, можно определить, какое сопротивление будет иметь каждая земля в отдельности, пользуясь приведёнными ниже формулами (см. также «Измерение сопротивлений проводов способом трёх сумм»).

Измерение сопротивления заземлений способом трёх сумм. В качестве вспомогательных заземлений можно использовать водопровод, трубы парового отопления или устроить временные заземлители.

Обычно на больших ВТС (корпус, армия) всегда делается три заземления, во-первых, для того, чтобы иметь запасные, и, во-вторых, с целью возможности измерения, а иногда пользуются и сразу несколькими заземлителями, включая их параллельно с целью уменьшить общее сопротивление заземления.

Пример 1. Измерить сопротивление заземлений омметром. Возьмем три земли, которые находятся не ближе 40—50 *м* одна от другой, и произведем три измерения. Измерим сначала сумму сопротивлений земель x и y (рис. 288,*а*).

Затем измерим вторую пару x и z (рис. 288, *б*) и, наконец, третью пару y и z (рис. 288, *в*).

Пусть при измерении земель $x + y$ мы получили на приборе показания в 35 *ом*. При измерении земель $x + z$ получили показание 48 *ом*, и, наконец, при измерении земель $y + z$ — 62 *ом*.

Составим три уравнения и решим их:

$$x + y = a = 35 \text{ ом},$$
$$x + z = б = 48 \text{ ом},$$
$$y + z = в = 62 \text{ ом}.$$

Сопротивление каждой земли определим по формулам:

$$x = \frac{a + б - в}{2} = \frac{35 + 48 - 62}{2} = \frac{83 - 62}{2} = \frac{21}{2} = 10{,}5 \text{ ом};$$

$$y = \frac{a + в - б}{2} = \frac{35 + 62 - 48}{2} = \frac{49}{2} = 24{,}5 \text{ ом};$$

$$z = \frac{б + в - a}{2} = \frac{48 + 62 - 35}{2} = \frac{75}{2} = 37{,}5 \text{ ом}.$$

Измерение сопротивления заземлений прибором ИЗ. Применение прибора ИЗ значительно сокращает время, затрачиваемое на производство измерений (требуется всего одно измерение вместо трёх), кроме того, отпадает надобность в сложных вычислениях и результат измерения получается более точный, нежели с омметром.

Для измерения сопротивления заземления прибором ИЗ измеряемое заземление подключается к зажиму *ЗИ* прибора, а вспомогательные — к зажимам *31* и *32*. Величина сопротивления вычисляется путём умножения показаний шкалы лимба (ручка со шкалой) или на 1 или на 10 (смотря по тому, в какое положение установлен ключ). Установка шкалы лимба определяется по минимуму звука в телефоне, который является индикатором прибора.

Пример 2. При измерении земель прибором ИЗ ключ включения зуммера поставлен на 1, при этом минимум звука в телефоне оказался при установке лимба на 22-м делении шкалы. Умножив 22 на 1, мы получим величину сопротивления измеренного заземления в омах, т. е. оно равно 22 *ом*.

Пример 3. При измерении заземления прибором ИЗ ключ поставлен на отметку „10", при этом минимум звука в телефоне оказался при установке лимба на 3-м делении шкалы. Умножив 3 на 10, получим величину сопротивления измеренного заземления, т. е. 30 *ом*.

§ 94. ИЗМЕРЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И СИЛЫ ТОКА В ТЕЛЕГРАФНЫХ ЦЕПЯХ

В телеграфной практике производят следующие измерения:
— измерение силы исходящего и входящего токов;
— измерение напряжений батарей.

Измерение силы исходящего и входящего токов. Измерение силы исходящего и входящего токов производят тогда, когда необходимо убедиться в величине силы тока, посылаемой со станции в линию или принимаемой станцией с линии, и в том, насколько эта сила тока соответствует нормальной силе тока, необходимой для работы данного аппарата.

При измерении силы тока в цепи станция включает последовательно с аппаратом и линией миллиамперметр (рис. 289) и, дав «нажатие» (нажав на ключ), следит за отклонением прибора. Все промежуточные и оконечная станции дают на это время «цепь». Если хотят узнать силу исходящего тока, не учитывая промежуточную и оконечную аппаратуру, то промежуточная станция выключается, а концу провода на оконечной станции на время измерения даётся «земля».

При измерении входящего тока противоположная станция даёт «нажатие», а станция, производящая измерение, включает последовательно с линией и аппаратом (иногда и без аппарата) миллиамперметр и наблюдает за показанием стрелки прибора.

В целях экономии времени на производство измерения, а следовательно, и меньшего перерыва действия, желательно эти два измерения вести одновременно.

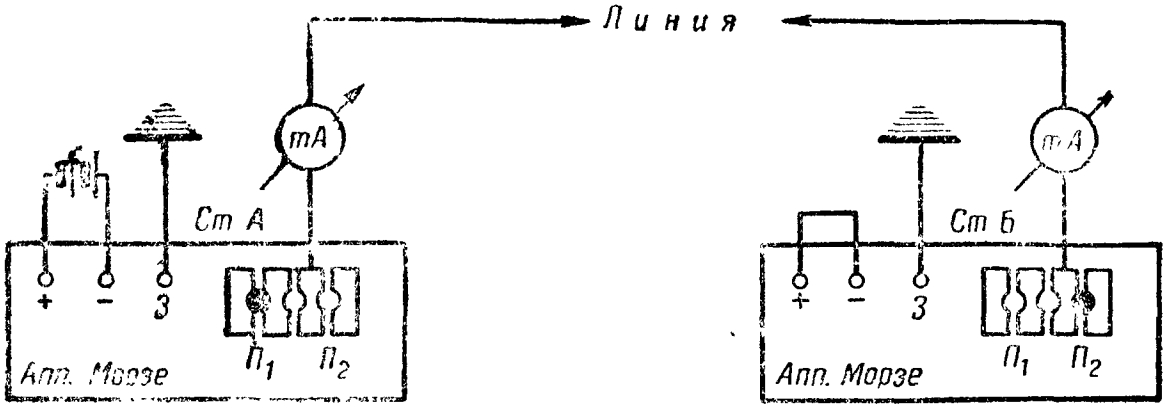


Рис. 289. Схема измерения силы исходящего и входящего токов

Для этого одна станция измеряет силу исходящего, а вторая в это время измеряет силу входящего тока. Затем станции меняются положениями, т. е. станция, измерявшая силу исходящего тока, измеряет силу входящего тока, и наоборот. Это и показано на рис. 289, где станция *А* измеряет силу исходящего, а станция *Б* силу входящего тока.

Измерение силы тока утечки. Процесс измерения силы тока утечки состоит в том, что на станции, производящей измерение, включают последовательно в цепь миллиамперметр и дают «нажатие», а станция на противоположном конце цепи изолирует провод или, как говорят, даёт «изоляцию».

Очевидно, что миллиамперметр, давая то или иное отклонение, укажет нам силу тока утечки на линии. Сила тока утечки и будет характеризовать состояние изоляции линии. В идеальном случае, когда изоляция провода отличная, стрелка миллиамперметра будет стоять на нуле. Схема измерения силы тока утечки показана на рис. 290.

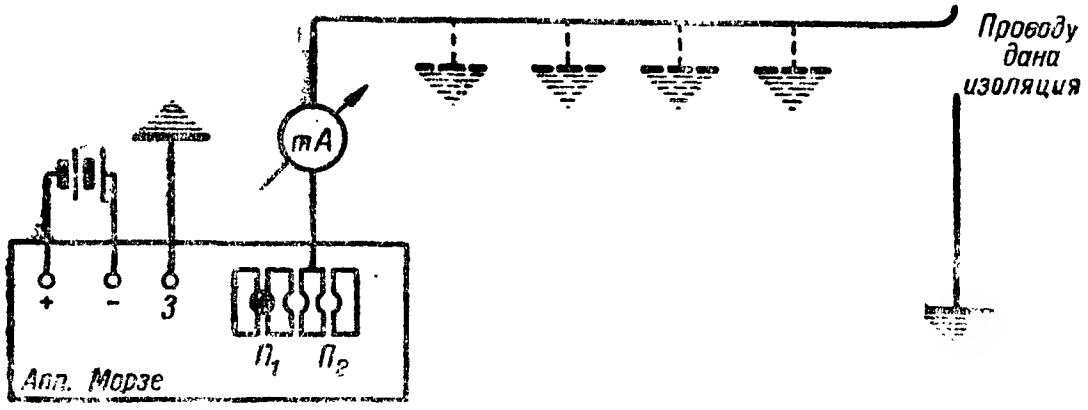


Рис. 290. Схема измерения силы тока утечки

Измерение напряжения телеграфных батарей производится с целью контроля за их состоянием. По результатам измерения можно определить состояние источников тока в любой момент времени их эксплоатации. Чтобы обеспечить бесперебойную по-

дачу электроэнергии для питания аппаратуры ВТС, надо постоянно измерять напряжение источников тока.

Измерение производится вольтметром, который подключается параллельно к зажимам измеряемого источника тока.

При отсутствии коммутаторов измерение батарей ведётся непосредственно у самой батареи путём включения вольтметра на её зажимы (или, при надобности, на зажимы отдельных групп или отдельных элементов).

При измерении напряжения надо всегда брать вольтметр со шкалой, соответствующей напряжению батареи. Нельзя, например, измерять батарею в 80 или 100 *в* вольтметром, имеющим шкалу в 3 или 15 *в*, так как стрелка прибора будет забрасываться и прибор может выйти из строя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как измерить сопротивление провода омметром? Проделайте это практически.
2. Как измерить изоляцию провода омметром? Проделайте это практически.
3. В чем сущность измерения изоляции одним вольтметром?
4. Как измеряются сопротивления заземлений?
5. Решите задачу. Дано три земли: *x*, *y* и *z*. При измерении земель *x* и *y* получили 26 *ом*; при измерении земель *x* и *z* получили 42 *ом*; при измерении земель *y* и *z* получили 34 *ом*. Каково сопротивление каждой земли в отдельности?
6. Как измерить силу исходящего и входящего токов?
7. Как измерить силу тока утечки?
8. Как измерить напряжение батареи?

ГЛАВА XIV

ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛИНИЯХ И ИСПЫТАНИЯ ПРОВОДОВ

§ 95. ВИДЫ ПОВРЕЖДЕНИЙ И ИХ ПРИЧИНЫ

Непрерывность телеграфной связи зависит главным образом от линии. Устойчивость же линии зависит от того, насколько тщательно и постоянно ведётся за ней наблюдение как техническим персоналом станций, так и эксплоатационными частями связи. Как показывает практика, и при тщательном надзоре за линией всё же могут быть повреждения, возникающие вследствие ряда причин: умышленная порча, разрушения при бомбёжках с воздуха, разрушения от гололеда и др.

Конечно, масштаб повреждений на линии в каждом отдельном случае будет различный, но при любом повреждении их характерные особенности или признаки остаются для всех видов повреждений одинаковыми. Признаки повреждений не зависят от масштаба разрушений.

Опыт эксплоатации телеграфных связей на фронтах Отечественной войны подтверждает факт, что длительность перерывов

вследствие линейных повреждений во многом зависит от того, насколько хорошо личный состав, обслуживающий линии связи (техники кросса и др.), знает характерные признаки повреждений, насколько быстро и умело проводится испытание и определяется повреждённый участок линии. Как правило, систематические испытания проводов и измерения их электрических величин помогают своевременному обнаружению неблагополучных участков линии. Об этом сообщают эксплоатационным частям связи и они своевременно устраняют дефекты, чем предупреждают возможность повреждений.

Естественно, что эти меры увеличивают устойчивость связи, сокращая как число перерывов, так и их длительность.

Повреждения в телеграфных цепях могут быть следующие:
— обрыв цепи;
— полное земляное сообщение, или «полная земля»;
— неполное земляное сообщение, или «побочие»;
— сообщение проводов постоянное;
— сообщение проводов временное;
— неполный обрыв цепи.

Обрыв цепи может быть как на станции, так и на линии. На станции обрыв цепи может быть: в станционной проводке; в схемах коммутаторов и аппаратов; в проводах, подающих питание от батарей; от перегорания предохранителей и пр.

На постоянных линиях обрыв цепи может быть вследствие обрыва провода в пролете между опорами или при нарушении контакта в сжимах на контрольных опорах. На полевых шестовых линиях обрыв происходит вследствие разрыва провода по тем или иным причинам. На полевых кабельно-телеграфных линиях обрыв может быть как при разрыве кабеля, так и при разрыве только жил его (оплётка и изоляция целы), который принято называть внутренним обрывом.

Полное земляное сообщение, или «полная земля». На станциях «полная земля» может быть вследствие касания проводниками схемы земляных проводов или контактов. Это может произойти при небрежной заделке монтажных проводников (особенно тех, которые расположены рядом с заземлёнными проводами или контактами), пробитом конденсаторе в фоническом аппарате или от неправильного его включения (не через зажим *Кл*). При монтаже станционной проводки надо линейные и батарейные провода прокладывать отдельно от заземлённых проводов.

На линии «полная земля» может быть или от умышленной порчи её путём заземления провода тонким проводничком, или когда оборвавшийся провод касается земли или лежит в воде. Наконец, земля на проводе может быть при битых изоляторах, когда провод лежит на крюке и через мокрую опору сообщается с землёй при падении опор, когда провода касаются земли. Часто земля на проводе бывает из-за небрежной работы при ремонте линий. На полевых шестовых линиях «полная земля»

бывает при обрыве провода и падении его на землю, при падении шестов, когда провод также касается земли, при соприкосновении провода с предметами, проводящими ток с провода в землю (набросы, ветки деревьев и др.).

На полевых кабельно-телеграфных линиях «полная земля» может быть от небрежно сделанного и плохо изолированного сростка. Чаще всего это наблюдается при неправильно завязанном узле, когда жилы становятся поперёк, прокалывают изоляцию и, если кабель лежит на земле, касаются земли. Если провод положен на железные острые предметы (гвозди, коньки железных крыш, водосточные трубы и др.), то оплётка и изоляция кабеля протираются и жилы сообщаются с землёй. Если кабель лежит в воде, то он через некоторое время даёт сообщение с землёй. Для предупреждения сообщения линии с землёй необходимо тщательно и постоянно наблюдать за линией (обходы), заменять битые изоляторы, устранять с линии все предметы, через которые провод может касаться земли, внимательно относиться к работе при ремонте линий с действующими проводами.

Неполное земляное сообщение, или «побочие». На постоянных линиях «побочие» чаще всего бывает через битые и грязные изоляторы, при срывах провода с изолятора, через касание проводом посторонних предметов (веток деревьев, крыш зданий и др.).

На полевых шестовых и кабельно-телеграфных линиях «побочие» происходит по причине неудовлетворительной и небрежной постройки линии. Вследствие этого провода этих линий тем или иным путём касаются земли, например, через ветки деревьев, железные крыши зданий, наконец, через побитые и неизолированные места изоляции кабеля. При плохих атмосферных условиях (дождь, мокрый снег, сильный туман) даже на совершенно исправной линии наблюдается значительное «побочие», вызванное утечкой тока в землю через влажные изоляторы и опоры.

«Побочие» резко увеличивается в туманную и дождливую погоду. Иногда утечка достигает такой величины, что работа телеграфа полностью нарушается. В дождливое время надо наиболее тщательно проверять все подозрительные места, через которые может образоваться «побочие».

Сообщение проводов постоянное может быть как на станции, так и на линии. На станциях постоянное сообщение происходит чаще всего при небрежном монтаже проводки и небрежном включении проводников в коммутаторы и аппараты. Сообщение проводов на линии может быть вследствие умышленного наброса металлических предметов на провода, от небрежной регулировки проводов, при срывах провода с изолятора и скрещивании его с другим проводом.

На полевых кабельно-телеграфных линиях сообщение бывает при пересечении проводов со значительными повреждениями изоляции кабеля или когда два кабеля с повреждённой изоляцией лежат на одном металлическом предмете.

Сообщение проводов временное чаще всего наблюдается на постоянных многопроводных линиях и происходит от неправильной регулировки проводов (велика стрела провеса и провода при ветре, раскачиваясь, касаются друг друга), от набросов посторонних предметов (проволоки, веток, верёвок), от срывов проводов с изоляторов (провод, провисая в двух пролётах, может касаться других проводов).

Неполный обрыв цепи характеризуется увеличением сопротивления телеграфной цепи вследствие окисления контактов (соединение металла с кислородом воздуха образует окисел, плохо проводящий ток), неплотного присоединения проводников под зажимы, плохих и проржавевших скруток и сростков, плохо затянутых гаек в аккумуляторах и др.

§ 96. ПРИЗНАКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТЕЛЕГРАФНОЙ ЦЕПИ

Основной признак любого повреждения — это изменение силы тока в цепи как в сторону увеличения, так и уменьшения относительно нормальной, при которой работает телеграфный аппарат.

Если аппарат имеет измерительный прибор, то это изменение легко обнаружить по отклонению его стрелки. На аппаратах без измерительных приборов повреждение обычно обнаруживается при неустойчивой работе аппарата. Повреждение проявляется на аппаратах вполне определённо, и при известном навыке по работе аппарата можно судить о виде образовавшегося повреждения.

Обрыв цепи и его признаки на станциях. Признаки обрыва цепи на станциях с разными аппаратами:

Станция с аппаратом Морзе на постоянном токе. При обрыве цепи стрелка гальваноскопа или миллиамперметра не отклоняется (стоит на нуле). При работе ключом якорь электромагнита не срабатывает.

Станция с аппаратом Морзе на рабочем токе. Обрыв цепи характеризуется тем, что при нажатом ключе стрелка гальваноскопа или миллиамперметра не отклоняется (стоит на нуле).

Станция с аппаратом СТ-35. На аппарате СТ-35 обрыв цепи характеризуется тем, что перебойно-вызывной звонок всё время звонит и аппарат непрерывно стартует.

Полное земляное сообщение, или «полная земля», и его признаки на станциях. При «полной земле» на станциях с разными аппаратами наблюдается следующее:

Станция с аппаратом Морзе на постоянном токе с батареей. При «полной земле» стрелка гальваноскопа или миллиамперметра отклоняется больше нормального, аппарат работает «на себя», станция же, установленная на другом конце провода, не отвечает.

Станция с аппаратом Морзе на постоянном токе без батареи. При полной земле стрелка гальваноскопа или миллиамперметра не отклоняется (стоит на нуле).

Станция с аппаратом Морзе на рабочем токе. При полной земле стрелка гальваноскопа отклоняется больше нормального (ключ нажат) и противоположная станция не отвечает

Станция с аппаратом СТ-35. Это повреждение проявляется по-разному, в зависимости от того, имеет аппарат батарею или при аппарате батареи нет. Если аппарат с батареей, то «полная земля» характеризуется тем, что противоположная станция долго не отвечает и нет перебоев с её стороны. Если земля близко от станции, то катушки электромагнита нагреваются больше нормального. Если при аппарате СТ-35 нет батареи, то при «полной земле» аппарат всё время стартует и перебойно-вызывной звонок всё время звонит.

Неполное земляное сообщение, или «побочие», и его признаки на станциях. Если утечка тока невелика (для каждого аппарата есть свой предел), работа может ещё проходить удовлетворительно, приходится только несколько подрегулировать аппарат. Если же «побочие» превысит допустимый для данного аппарата предел — связь нарушается. При утечке тока наблюдается следующее:

Станция с аппаратом Морзе на постоянном токе с батареей работает почти нормально. Требуется небольшая регулировка под силу тока, установившуюся при утечке. При утечке точно по середине линии и равенстве батарей на станциях аппараты работают нормально, но требуется регулировка под входящий ток.

Станция с аппаратом Морзе на постоянном токе без батареи. Во время своей работы аппарат работает нормально, надо только несколько подрегулировать аппарат под ток, установившийся с утечкой. Аппарат противоположной станции, имеющий батарею, работает с трудом: при своей передаче — ток большой, при приёме же нет полного исчезновения тока в электромагните, так как ток утечки циркулирует в цепи постоянно, независимо от того, поднят ли на другой станции ключ или нет.

Станция с аппаратом Морзе на рабочем токе работает нормально. Надо подрегулировать аппарат под ток, установившийся в связи с утечкой на линии.

Станция с аппаратом СТ-35. При неменяющейся утечке аппарат работает устойчиво.

Сообщение проводов постоянное и его признаки на станциях. Общие характерные признаки этого повреждения такие.

У аппаратов, имеющих измерительные приборы, стрелки (при отсутствии работы) произвольно колеблются и аппараты срабатывают от какого-то постороннего входящего тока. Как правило, связь полностью нарушается. Чтобы восстановить действие, надо один из сообщающихся проводов изолировать на обеих станциях, тогда по второму проводу связь будет проходить нормально.

На аппаратах Морзе и СТ-35 при этом повреждении печатаются лишние знаки и работа полностью искажается.

Сообщение проводов временное и его признаки на станциях. Признаки этого повреждения такие. Когда сообщения нет, работа проходит нормально. Во время сообщения печатаются лишние знаки. Чтобы работа проходила нормально, рекомендуется один провод с обоих концов изолировать, тогда по второму проводу работа будет проходить нормально.

Неполный обрыв цепи (при постоянном напряжении батареи) характеризуется обычно уменьшением силы исходящего и входящего токов. Неполный обрыв цепи может быть как постоянным, так и временным; вызывается он появлением в цепи большого сопротивления. Это повреждение следует искать в местах соединения или включения проводов. Временные изменения силы тока происходят вследствие того, что сопротивление в месте соединения проводов (сопротивление контакта) непрерывно меняется (то уменьшается, то увеличивается), в силу чего меняется сопротивление цепи, а следовательно, меняется и сила тока.

При этом повреждении почти невозможно подрегулировать аппарат или подобрать баланс на дуплексной связи.

§ 97. ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ И ИЗМЕРЕНИЯХ

При испытаниях и измерениях на контрольных испытательных пунктах и постах и оконечных станциях приходится делать ряд переключений проводов и аппаратуры. Чёткое знание принятых при этом терминов и умение быстро выполнять требования станции, проводящей испытание, — залог успешного проведения испытания и измерения, а в дальнейшем и скорейшего отыскания повреждения.

Термины, применяемые при испытаниях, следующие:

«дать цепь»;
«дать землю»;
«дать изоляцию»;
«дать нажатие»;
«отделиться от какой-либо станции»;
«выключить промежуточную станцию» (пост);
«поставить провод на прямое»;
«скрестить провод № ... с № ...».

«Дать цепь» — требование станции, производящей испытание или измерение сопротивления всей цепи (провода, аппаратуры, земли и приборов, включённых в цепь).

«Дать землю» — это значит, что станция, производящая испытание, желает, чтобы провод был непосредственно заземлён, так как она измеряет сопротивление чистого провода и земель обеих станций. Землю требуют тогда, когда наблюдается обрыв цепи или когда измеряют сопротивление провода.

«Дать изоляцию» — требуется разорвать цепь и изолировать провод от земли. Изоляцию требуют тогда, когда наблюдается утечка тока или сообщение проводов, а также при измерении сопротивления изоляции провода.

«Дать нажатие» — это значит, что станция, производящая измерение, имеет в виду измерить силу входящего тока.

«Отделиться от какой-либо станции» — требование к промежуточной станции, чтобы она отделилась от правой станции для работы на левой, и наоборот. Отделиться от какой-либо станции можно только на промежуточной станции.

«Выключить промежуточную станцию» — означает, что ток должен пройти помимо схемы промежуточного аппарата, т. е. он должен быть выключен из общей цепи.

«Поставить провод на прямое», т. е. провод одного направления должен быть соединён с каким-либо другим проводом так, чтобы ток прошёл помимо аппаратуры той станции, которая соединяет два провода «на прямое».

«Скрестить провод № ..... с № .... ». Для этого два провода соединяют между собой накоротко, образуя одну цепь.

Требования станции, проводящей испытания или измерения, исполняются немедленно.

Пример. „Рейка (позывной станции, к которой обращаются) я Ствол (позывной станции, которая проводит испытание), дайте изоляцию 208 проводу на 1 минуту". „Я Рейка" — есть дать изоляцию 208 на 1 минуту". И сразу же исполняет требование „Ствола". По истечении 1 минуты „Рейка" снова появляется на проводе.

«Дать цепь». Все станции, испытательные пункты и посты, у которых требуют «дать цепь», оставляют провода, аппараты и приборы в том положении, в каком они находились (или должны находиться) при работе.

«Дать землю». Требование «дать землю» станции и узлы исполняют так:

Оконечная станция Морзе. Если провод включён в зажим $П_2$ молниеотвода, штепсель надо поставить в гнездо $П_2$ (рис. 291). Если же провод включён в зажим $П_1$, штепсель надо поставить в гнездо $П_1$ (рис. 292).

В том случае, если штепселями заземлить провод по каким-либо причинам нельзя, надо провод отключить от зажима $П_1$ или $П_2$ и присоединить его непосредственно к зажиму $З$ (рис. 293).

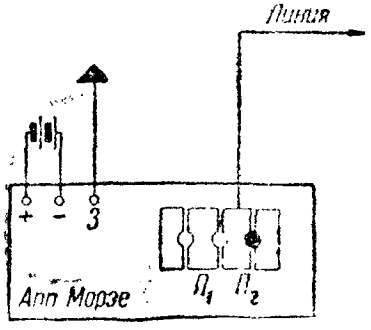


Рис. 291. Дана земля проводу, включённому в зажим $П_2$ на оконечной станции

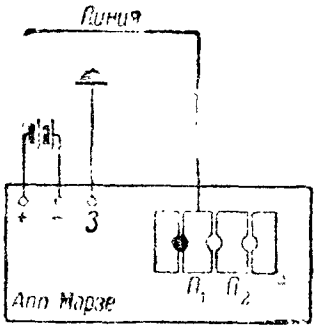


Рис. 292. Дана земля проводу, включённому в зажим $П_1$ на оконечной станции

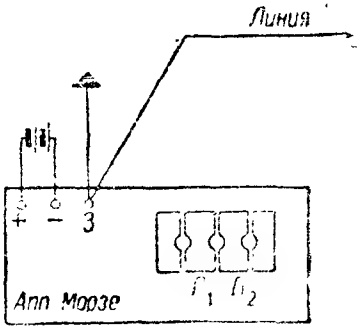


Рис. 293. Дана земля проводу непосредственным соединением его с зажимом $З$ на оконечной станции

Промежуточная станция Морзе. Если требует «дать землю» станция, провод которой включён в зажим $П_1$, надо в гнездо $П_1$ поставить штепсель (рис. 294).

Если требует «дать землю» станция, провод которой включён в зажим $П_2$, надо в гнездо $П_2$ поставить штепсель (рис. 295).

В том случае, если заземлить провод по каким-либо причинам штепселем нельзя, надо отключить провод от зажима $П_1$ или $П_2$ и присоединить его к зажиму $З$ (рис. 296).

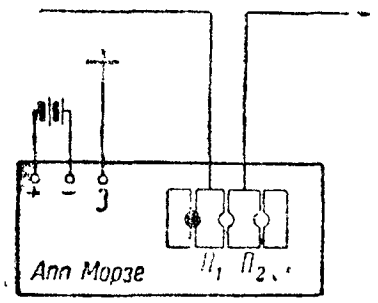


Рис. 294. Дана земля проводу, включённому в зажим $П_1$ на промежуточной станции

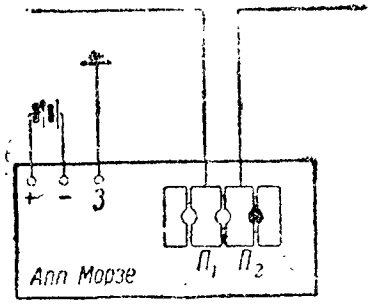


Рис. 295. Дана земля проводу, включённому в зажим $П_2$ на промежуточной станции

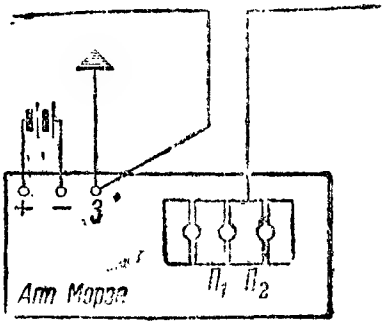


Рис. 296. Дана земля проводу $П_1$ непосредственным соединением его с зажимом $З$ на промежуточной станции

Станция с аппаратом СТ-35. На схемном щитке надо соединить временным проводником зажимы $Л$ и $З$.

Если аппарат СТ-35 щитка не имеет, тогда надо соединить временным проводником гнездо розетки (куда подключена линия) с землёй.

На контрольном телеграфном посту. Надо провод той станции, которая требует «дать землю», отключить от зажима $КЛ$ и присоединить его к зажиму $Л_2$ (рис. 297 и 298).

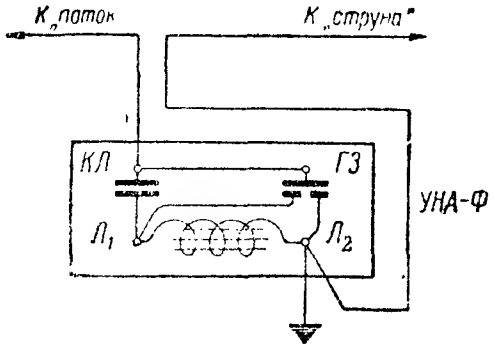


Рис. 297. Дана земля проводу к станции „струна" на контрольном телефонном посту.

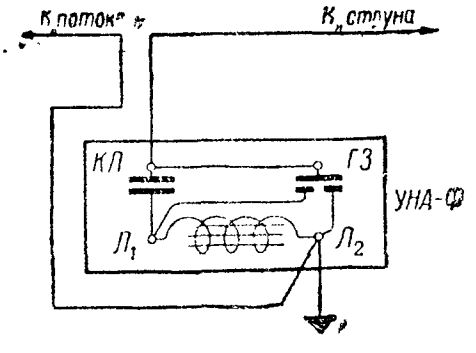


Рис. 298. Дана земля проводу к станции „поток" на контрольном телефонном посту.

ВТС с швейцарским коммутатором «даёт землю» по схеме рис. 299, соединяя соответствующие ламели линейного коммутатора штепселями (крестики на схеме рис. 299). В данном случае дана земля линии № 1. Аппараты из цепи выключены.

ВТС с коммутатором ЛБК-20/12. На этом коммутаторе земля даётся путём вставления одного штепселя шнуровой пары в свободное земляное гнездо (рис. 300), а второго штепселя в линейное гнездо того провода, который требуется заземлить.

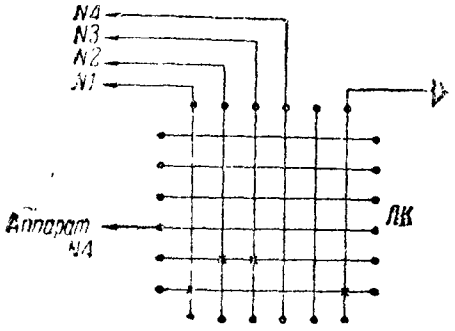


Рис. 299. Заземление провода № 1 и скрещивание проводов № 2 с № 3 на швейцарском коммутаторе

«Дать землю» на станции можно и непосредственно у ввода, для чего соединяют заземлённый провод перемычкой с ближайшим земляным зажимом (проводом). Это соединение можно сделать или у станционно-контрольных (вводных) зажимов или у защитных устройств станции.

При испытании очень часто приходится давать землю непосредственно на линии.

«Дать землю» на линии — это значит заземлить провод, присоединив его, например, к заземлённому стержню.

Чтобы «дать землю» проводу на постоянной воздушной линии, надо разъединить ревизионный сжим на контрольной опоре и соединить его с земляным проводом (проложен вдоль опоры) перемычкой (рис. 301).

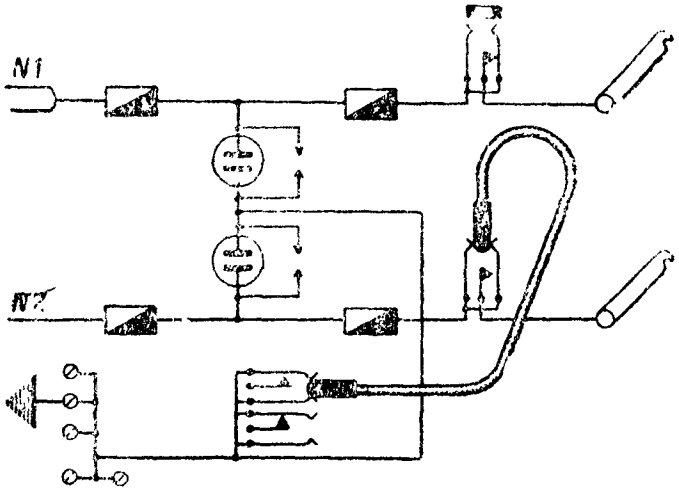


Рис. 300. Дана земля проводу № 2 на ЛБК-20/12

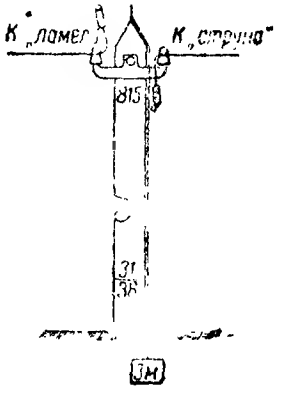


Рис. 301. На контрольной опоре дана земля постоянному проводу к станции „струна", а проводу к станции „ламель" дана изоляция

После проверки провода ревизионный сжим необходимо соединить.

Чтобы «дать землю» проводу на шестовой линии, надо опустить провод (вынув 1—2 шеста) и временным проводником соединить проверяемый провод с землёй. В качестве заземления использовать обычный железный

стержень для заземления. После проверки провода шесты поставить на место, подняв провод.

Чтобы «дать землю» проводу на кабельно-телеграфной линии, надо заземлить кабель с помощью железного земляного стержня; это можно сделать на специальных кабельных колодцах, на сростках кабеля и, как крайний случай, сняв изоляцию с кабеля.

На станции, производящей испытание или измерение провода на обрыв, могут быть следующие результаты:

1) стрелка измерительного прибора отклоняется до нормальной величины — провод исправен;

2) стрелка измерительного прибора (гальваноскопа или миллиамперметра) не даёт отклонения — это значит, что провод имеет обрыв (нет цепи).

«Дать изоляцию». Требование «дать изоляцию» станции и узлы исполняют так:

Оконечная телеграфная станция Морзе вынимает штепсель в переключателе молниеотвода или разъединяет провод у зажима молниеотвода или у ввода провода на станцию.

Промежуточная или контрольная телеграфная станция Морзе отключает провод от зажима $П_1$ или $П_2$ (рис. 302) в зависимости от того, какая станция просит «дать изоляцию», и держит провод за оплётку в воздухе или разъединяет провод у ввода.

Станция с аппаратом СТ-35. Чтобы «дать изоляцию» на аппарате СТ-35 без схемного щитка, надо вынуть вилку из четырёхгнездной розетки. На аппарате СТ-35 со схемным щитком изоляцию можно дать так: отключить провод от зажима *Л* щитка и держать провод в воздухе требуемое время или переключатель «работа — проверка на себя» поставить в положение «проверка на себя».

На контрольном телефонном посту провод той станции, которая просит «дать изоляцию», отключают от зажима *КЛ* телефонного аппарата и за изоляцию держат в воздухе (рис. 303).

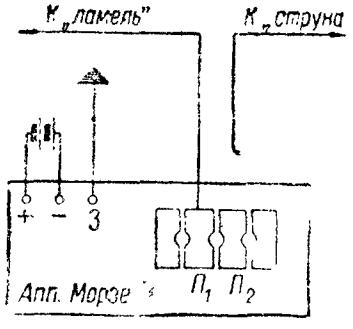


Рис. 302. Дана изоляция проводу к станции „струна" на промежуточной станции

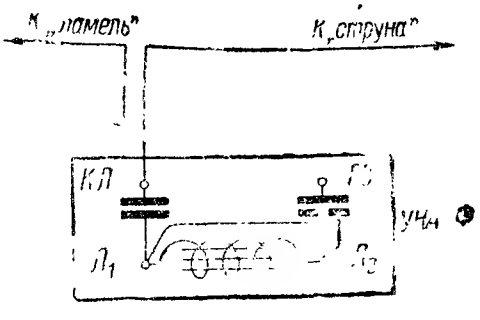


Рис. 303. Дана изоляция проводу к станции „ламель" на контрольном телефонном посту

Если изоляцию надо дать на линии, то поступают так:

На проводе постоянной воздушной линии изоляцию дают на контрольной опоре, разъединив ревизионный сжим провода, которому даётся изоляция (рис. 301). На рис. 301 дана изоляция проводу к станции «Ламель».

На шестовой линии изоляция проводу даётся в местах, оборудованных для включения промежуточных станций (два шеста поставлены вместе или на одном шесте, провод разъединён за счёт двух орешковых изоляторов).

На кабельно-телеграфной линии изоляция даётся на сростках кабеля и в кабельных колодцах. В крайнем случае кабель можно разрезать. Чтобы «дать изоляцию» на кабельной линии, надо разъединить сросток и держать кабель в воздухе за его оплётку (жил не касаться).

ВТС с швейцарским коммутатором. Чтобы «дать изоляцию» на швейцарском коммутаторе, достаточно вынуть штепсель, соединяющий вертикальную ламель данной линии с горизонтальной ламелью аппарата, работающего на этой линии (рис. 300).

ВТС с коммутатором ЛБК-20/12. Чтобы «дать изоляцию» проводу, достаточно вставить штепсель шнуровой пары в гнездо данной линии, а другой штепсель этой же шнуровой пары оставить (рис. 304) в своём гнезде подстолья.

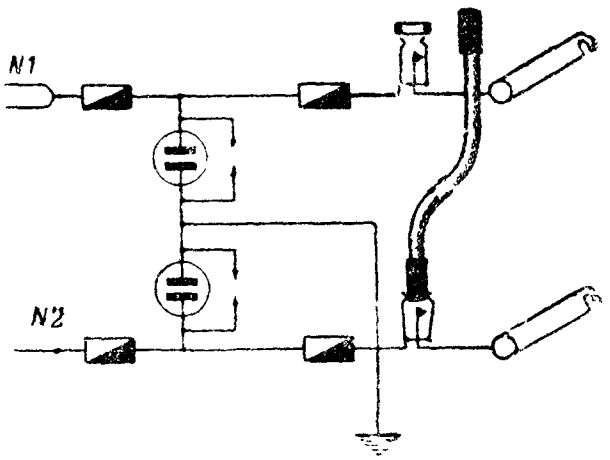


Рис. 304. Проводу № 2 дана изоляция на ЛБК-20/12

На станции, которая производит испытание провода на «изоляцию», может быть получено два результата:

1) стрелка прибора не даёт отклонения — это значит, что провод хорошо изолирован или, как говорят, «изоляция получена чистая»;

2) стрелка прибора даёт отклонение — это значит, что провод имеет утечку тока, причём чем больше утечка тока, тем большее отклонение даёт стрелка измерительного прибора.

«Дать нажатие». «Нажатие» требуют при проверках силы входящего тока. Требование «дать нажатие» станции и узлы исполняют так:

Станции с аппаратами Морзе на постоянном токе. Чтобы «дать нажатие», надо оставить ключ замкнутым на переднем контакте.

Станции Морзе на рабочем токе исполняют это требование, нажимая на ключ (замыкают ключ на передний контакт) на время «нажатия».

Станции с аппаратами СТ-35 прекращают работу на клавиатуре на время «нажатия», при этом цепь замыкается через стоповый контакт передатчика.

Отделиться от какой-либо станции. Отделиться от какой-либо станции можно на промежуточной станции, чтобы вести работу только в одну сторону. Для этого провод к другой станции заземляют (или выключают).

Если отделяются от станции при повреждениях, то выключаемый провод берётся на отдельный аппарат (телефон, Морзе).

Чтобы отделиться от станции, надо в линейном переключателе молниеотвода поставить штепсель в гнездо $П_1$, если желают отделиться от станции, провод которой включён в зажим $П_1$, или поставить штепсель в гнездо $П_2$, если желают отделиться от станции, провод которой включён в зажим $П_2$.

«Выключить промежуточную станцию». Выключить промежуточную станцию Морзе — это значит соединить провод, включённый в зажимы $П_1$ и $П_2$ накоротко, дав путь току помимо аппарата или, как говорят, провод «дать на прямое». Чтобы дать провод «на прямое», надо поставить штепсель в среднее гнездо линейного переключателя молниеотвода.

На телефонном контрольном посту поступают так: отключают провод от зажимов аппарата и соединяют их между собой «на прямое» (сросток изолируют).

«Поставить провод на прямое». Требование «поставить провод на прямое» или короче «дать прямое» станции и узлы исполняют так:

Промежуточная станция Морзе вставляет штепсель в среднее гнездо молниеотвода (уменьшить свою батарею до 6—8 *в*, если она включена).

На контрольном телефонном посту провод на прямое ставят так: отключают провода от зажима *КЛ* и соединяют провода между собой. Сросток должен быть изолирован или провода проложены так, чтобы оголенный сросток не касался других предметов (стола и пр.).

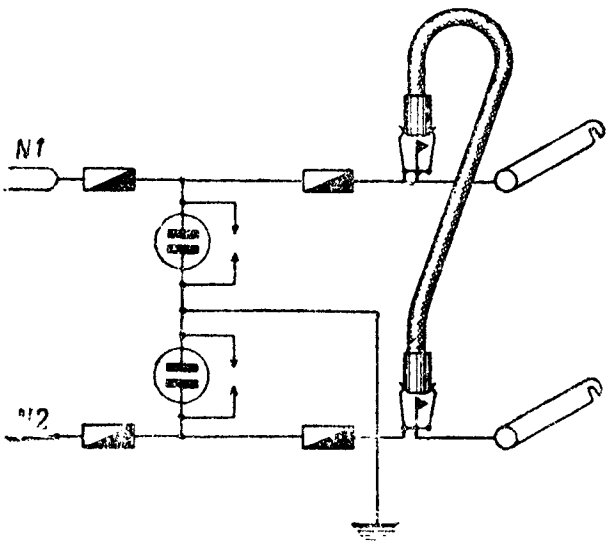


Рис. 305. Скрещивание проводов № 1 с № 2 на ЛБК 20/12

«Дать прямое» на швейцарском коммутаторе надо так: соединяют оба провода посредством штепселей на одной из свободных горизонтальных ламелей. На рис. 299 «дано прямое» проводам № 2 и 3.

«Дать прямое» на коммутаторе ЛБК-20/12 надо так: вставить оба штепселя шнуровой пары в гнёзда скрещиваемых линий (рис. 305) или закоротить соответствующие клеммы на кроссировочной панели.

«Скрестить провод № ... с № ...». Два провода можно скрестить, соединив эти провода между собой. Обычно два провода скрещивают на ВТС и КИП при составлении провода для дальней связи или при замене неисправного провода.

Скрестить два провода на швейцарском коммутаторе надо так: вставляют два штепселя на свободной горизонтальной ламеле в гнёзда тех проводов, которые надо скрестить. На коммутаторах ЛБК-20/12 два провода скрещивают вставлением штепселей шнуровой пары в гнёзда скрещиваемых проводов или закоротив клеммы на кроссировочной панели (рис. 305).

§ 98. ИСПЫТАНИЯ, ПРОВОДИМЫЕ НА СТАНЦИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ

Основная схема производства испытаний. Дежурный телеграфист, заметив на своём аппарате непрохождение действия или ненормальную работу аппарата, немедленно докладывает дежурному по смене или технику. После этого выясняют, где повреждение: на станции или на линии. В зависимости от мощности станции и её схемы провод или передаётся на испытание дежурному технику кросса, или испытание производит сам телеграфист или начальник станции.

Испытать провод — это значит проверить его: на «изоляцию», если на линии «земля», утечка тока или сообщение проводов; на «землю», если на линии «обрыв».

Для испытания провод включается на испытательный аппарат Морзе обязательно через миллиамперметр аппарата, или коммутатора. После этого вызывают оконечную или промежуточную станцию и предлагают ей дать сначала «землю», а затем «изоляцию». По показаниям миллиамперметра судят о состоянии исправности провода. Если провод исправен и ему дана «земля», то стрелка миллиамперметра должна отклоняться, показывая силу исходящего тока, и аппарат должен работать «на себя» через землю соседней станции. Если стрелка не отклоняется или отклоняется слабо (напряжение батареи нормальное) — на линии повреждение — обрыв или неполный обрыв.

Если проводу дана «изоляция» и стрелка миллиамперметра стоит на нуле, провод исправен, и изоляция, как говорят, получена «чистая». Если, наоборот, стрелка отклонилась — на проводе есть «побочие».

Испытав провод на «землю» и «изоляцию», можно судить о исправности или повреждении его.

Если таким простейшим испытанием нельзя определить характер повреждения или надо получить количественные данные о состоянии провода, то провод измеряют. Измерением можно точно определить сопротивление провода и его изоляцию и, сравнив с результатами прошлых измерений, можно точно судить о происшедшем изменении.

Во всех случаях повреждений телеграфной цепи нужно прежде всего испытанием определить, где повреждение: на станции или на линии. Убедившись в исправности на станции, производят испытания (а если нужно — и измерения) провода. Установив участок по-

вреждения линии, надо выслать команду или линейного надсмотрщика для устранения повреждения.

Как правило, испытания и измерения производятся:

— на полевых кабельно-шестовых линиях — один раз в сутки;

— на постоянных линиях — один раз в 5 дней;

— на всех линиях — немедленно при ухудшении связи или при повреждении;

— на всех вновь построенных линиях — перед приёмом провода в эксплоатацию;

— после устранения повреждения.

Испытания при обрыве цепи (рис. 306). Чтобы определить, где повреждение, на станции или на линии, надо проделать следующее:

На оконечной станции Морзе, работающей на постоянном токе с батареей, вынуть штепсель из гнёзд $П_1$ и $П_2$ (в зависимости от того, куда включён провод) и поставить его в среднее отверстие линейного переключателя молниеотвода (поставить аппарат «на себя»). Батарея должна быть уменьшена до 4—6 *в*. Если гальваноскоп даёт отклонение и электромагнит срабатывает, значит свой аппарат исправен.

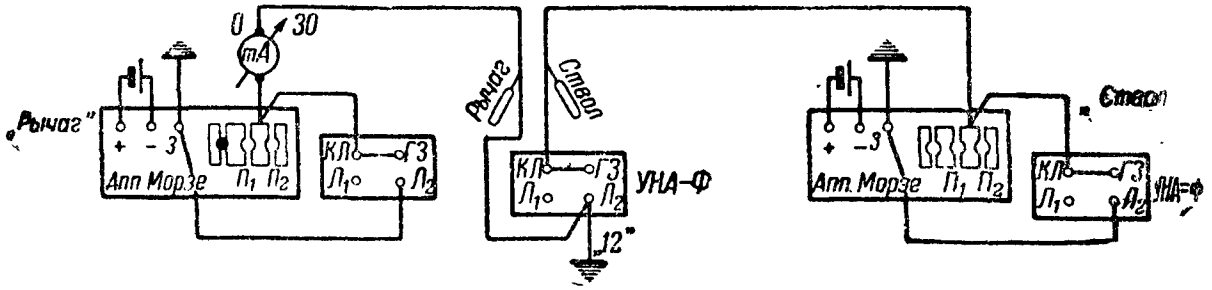


Рис. 306. Испытание провода при обрыве цепи. Контрольная станция „12" дает землю в сторону станции „рычаг".

Для проверки исправности всей станции надо заземлить провод у ввода, соединяя его с ближайшим земляным зажимом, а на аппарате поставить штепсель в гнездо, противоположное зажиму, в который включён провод. Если гальваноскоп даёт отклонение, значит вся станционная проводка исправна.

В том случае, если отклонения нет, надо произвести проверку внутренней проводки.

Если оконечная станция Морзе на рабочем токе, то исправность аппарата проверяют так: уменьшают батарею до 4—6 *в*, ставят штепсель в линейном переключателе в гнездо $П_2$ и, оставив всю схему аппарата на рабочем токе (ключ и переключатель тока), касаются отдельным проводником зажима *З* и переднего контакта ключа. Отклонение стрелки гальваноскопа и срабатывание электромагнита укажут на исправность всей схемы аппарата.

Если при проверке окажется, что схема аппарата исправна, надо проверить внутреннюю проводку станции.

Проверка внутренней проводки производится так: оставив батарею в 4—6 *в*, вставляют штепсель в гнездо, противоположное зажиму, куда включён провод, и затем заземляют провод у ввода, соединяя его дополнительным проводником с ближайшим земля-

ным зажимом. Затем ставят коммутатор тока на постоянный ток и нажимают ключ. Если при этом стрелка гальваноскопа отклоняется, вся станция исправна.

Испытания на промежуточной станции с аппаратом Морзе. В том случае, если промежуточная станция работает на постоянном токе и имеет свою батарею, надо предварительно, уменьшив напряжение батареи до 4—6 *в*, вставить штепсель в среднее отверстие громоотвода и проверить исправность аппарата «на себя». Если аппарат исправен, то проверяют исправность внутренней проводки станции. Для этого у ввода замыкают оба линейных проводника, вынув штепсель из среднего гнезда громоотвода. При исправном состоянии проводки стрелка гальваноскопа отклоняется.

Если промежуточная станция работает на рабочем токе, то надо исправность аппарата проверить так же, как и для оконечной станции. Если аппарат исправен, то замыкают накоротко оба линейных провода у ввода, штепсель в линейном переключателе вынимают, коммутатор тока ставят на «постоянный ток» и нажимают ключ. Отклонение стрелки гальваноскопа укажет на исправность станционного шлейфа.

В том случае, если оконечная и промежуточная станции на постоянном токе батарей не имеют, то на время проверки надо включить батарею порядка 6 *в* и проверить исправность, как указано выше.

Испытания при заземлении провода и утечке тока (рис. 307). Чтобы определить, где находится повреждение, на станции или на линии, надо проделать следующее:

На оконечной станции Морзе, работающей на постоянном токе с батареей, вынуть штепсель из гнезда $П_1$ или $П_2$ и наблюдать за показанием стрелки гальваноскопа. При исправном состоянии аппарата стрелка гальваноскопа будет стоять на нуле. Чтобы определить исправность внутренней проводки, надо штепсель вставить на своё место и разъединить провод у ввода. При исправном состоянии проводки стрелка гальваноскопа отклоняться не будет.

На оконечной станции Морзе, работающей по схеме рабочего тока, для определения места повреждения надо нажать на ключ и затем разъединить провод у ввода. При исправном состоянии аппарата и внутренней проводки гальваноскоп отклонения давать не должен.

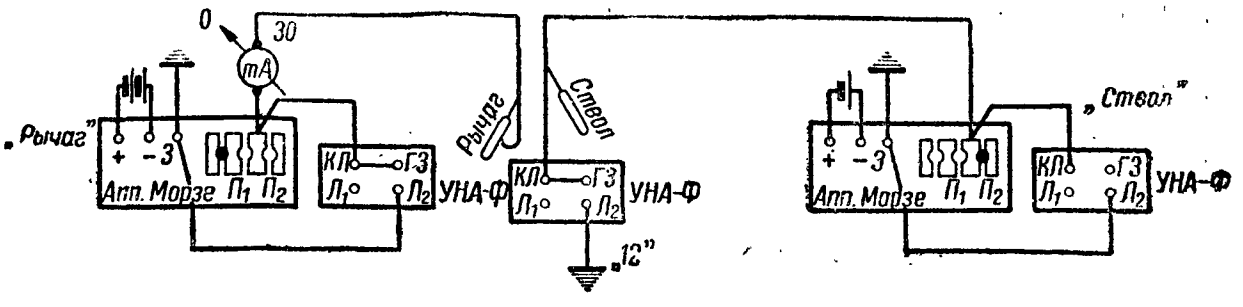


Рис. 307. Испытание провода при заземлении и утечке тока на линии. Контрольная станция „12" даёт изоляцию проводу в сторону станции „рычаг".

Если на станции имеется коммутатор, надо проверить исправность станционной проводки и аппарата, для этого «дать изоляцию» проводу у конца станционной проводки, т. е. разъединяют провод на приборах защиты коммутатора или у ввода и по показаниям миллиамперметра коммутатора определяют исправность проверяемой цепи. При исправном состоянии миллиамперметр не должен давать показаний. На рис. 308 показано испытание провода № 2 на ЛБК-20/12.

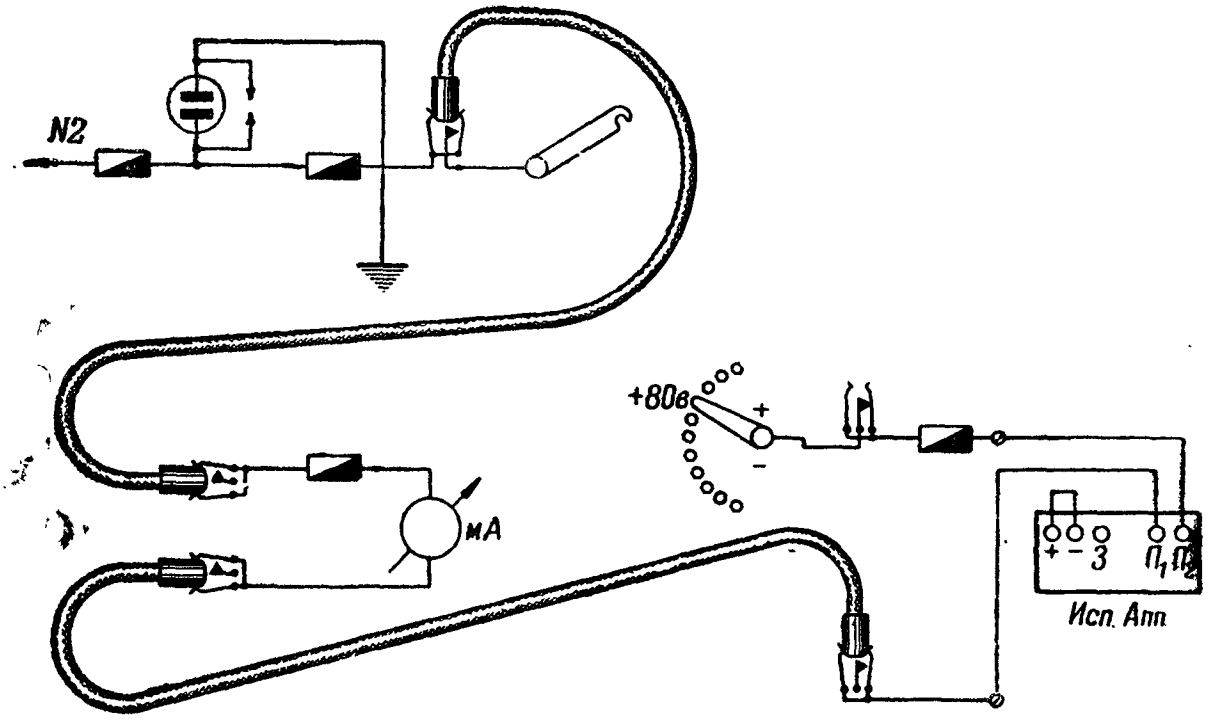


Рис. 308. Испытание провода № 2, включённого на ЛБК 20/12

Когда испытанием убедились, что повреждение находится на линии, надо провести испытание с КИП, промежуточными и контрольными станциями, требуя «дать изоляцию». КИП, промежуточные и контрольные станции выполняют это приказание по правилам, которые были изложены выше.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие повреждения бывают на станциях и на линиях?
2. Признаки повреждения на аппарате Морзе при обрыве?
3. Признаки повреждения на аппарате СТ-35 при обрыве?
4. Признаки повреждения на аппарате Морзе при заземлении провода?
5. Признаки повреждения на аппарате Морзе при сообщении проводов?
6. Как „дать цепь" при испытании?
7. Как „дать землю" на оконечной и промежуточной станциях?
8. Как „дать изоляцию" на оконечной и промежуточной станциях?
9. Как „дать землю" и „изоляцию" на контрольной телефонной станции?
10. Как отделяются от станции?
11. Порядок испытания провода при обрыве?
12. Порядок испытания провода при заземлении провода и утечке тока?

ГЛАВА XV

ОБОРУДОВАНИЕ ВОЕННО-ТЕЛЕГРАФНЫХ СТАНЦИЙ

§ 99. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОБОРУДОВАНИЮ ВТС

Опыт Отечественной войны подтвердил, что телеграфная связь является одним из основных видов дальней проводной связи. Большая пропускная способность и дальность действия (связь на тысячи километров), документация, устойчивость действия — всё это ставит телеграфную связь на одно из первых мест среди других средств управления войсками, особенно в системе крупных штабов.

Для обслуживания штабов телеграфной связью в системе проводных узлов организуются военно-телеграфные станции (ВТС), которые со всем личным составом и материально-техническими средствами входят в состав части связи, обслуживающей данный штаб.

В оперативном отношении ВТС является наиболее сложным элементом проводного узла. В отношении службы ВТС подчиняется начальнику узла связи, а там, где его нет, — непосредственно начальнику связи. Материально-техническое и хозяйственное обеспечение ВТС лежит на командире части, в штате которого она состоит.

Военно-телеграфные станции открываются, закрываются и перемещаются распоряжением соответствующего начальника связи. Без приказа начальника связи закрывать ВТС запрещается.

Военно-телеграфные станции оборудуются своим штатным составом под руководством начальников станций.

Основное и важнейшее требование при развёртывании станций — как можно быстрее войти в связь.

Каждая ВТС одновременно со своим развёртыванием должна принимать все меры маскировки, которая слагается из:

а) маскировки от наблюдения с воздуха;

б) маскировки подведённых к станции проводов;

в) маскировки транспорта и личного состава;

г) установления минимального движения в районе станции и отведения замаскированной стоянки для различных видов транспорта;

д) затемнения входов и окон при наступлении темноты;

е) сохранения в тайне места расположения станции (запрещается вывешивать надписи, указатели и т. п.).

Одновременно должны быть приняты меры по обороне станции.

Всему личному составу станции должны быть известны сигналы воздушной, танковой и химической тревоги.

При любой из тревог работы по оборудованию и обслуживанию станции не прекращаются: весь личный состав, за исключением лиц, занятых оборудованием или обслуживанием ВТС, принимает меры к отражению противника.

На случай разрушения действующей ВТС оборудуется заблаговременно запасная ВТС.

Все ВТС узлов связи должны, как правило, размещаться в укрытиях. Крупные ВТС необходимо располагать рассредоточенно: целесообразно аппаратуру группировать или по направлениям или по системам, имея на каждую систему аппаратов или направление отдельный блиндаж. Особенно надёжно должны быть укрыты источники питания и коммутационные устройства (кроссы). Отдельные блиндажи на крупных ВТС иногда соединяют ходами сообщения. При расположении ВТС в населённых пунктах их следует по возможности размещать в подвальных помещениях и с надёжным перекрытием, но не в одном здании и не с узлами связи МС и МПС.

Помещение для ВТС должно обеспечить размещение всей аппаратуры и по возможности нормальные условия эксплоатации. Помещение должно быть тщательно замаскировано от воздушного и наземного наблюдения и расположено неподалеку от штаба.

При выборе помещения надо учитывать ещё и удобство подводки проводов.

§ 100. ПОДХОД ЛИНИЙ К РАЙОНУ ВТС ПРОВОДНОГО УЗЛА

Основное требование, которому должен удовлетворять подход линий связи (постоянных, шестовых и др.) к району проводного узла (ВТС), — скрытность. Подход линий не должен демаскировать место расположения узла (ВТС), но в целях экономии кабеля на устройство ввода желательно линии подвести возможно ближе к району расположения ВТС проводного узла.

Как правило, ввод проводов на кросс ВТС проводного узла делают или многожильными кабелями (типа ТТВК, ППК-4), или одножильным полевым телеграфным кабелем. Многожильными кабелями вводят провода на крупных проводных узлах (фронт, армия); одножильными кабелями вводят провода на небольших узлах (типа корпусного, небольшого КП и др.). В обоих случаях необходимо сделать переход с постоянных и шестовых линий на кабель. Эти переходы делают так.

Переход с постоянной многопроводной линии на кабель осуществляют путём установки на вводной опоре кабельной коробки. Для этого на постоянной линии оборудуют вводно-разрезную опору (столб) такого же профиля, как и постоянная линия. На рис. 298 показана вводная опора крюкового профиля, на которой видна расшивка проводов в кабельной вводной коробке. На вводной опоре провода заделываются обычной оконечной вязкой и от них прокладывают по опоре одножильные телеграфные кабели до вводной кабельной коробки. С другой стороны к кабельной коробке подводят многожильные или одножильные вводные кабели.

Чтобы на вводной опоре можно было при надобности испытать провод, на ней устраивают молниеотвод из линейной проволоки. Все провода на опоре нумеруются, для чего на каждом крюке (или штыре, при траверсном профиле) вешается бирка с указанием номера провода. Если на опоре имеется телефонная цепь, то на одном крюке вешается бирка с номером данной цепи с индексом *а*,

а на другом крюке вешается бирка с тем же номером цепи, но с индексом *б*.

На крышке вводной кабельной коробки наклеивается схема с точным обозначением её клемм, а напротив клемм пишется номер провода. Можно обозначить клеммы и непосредственно на плато кабельной коробки.

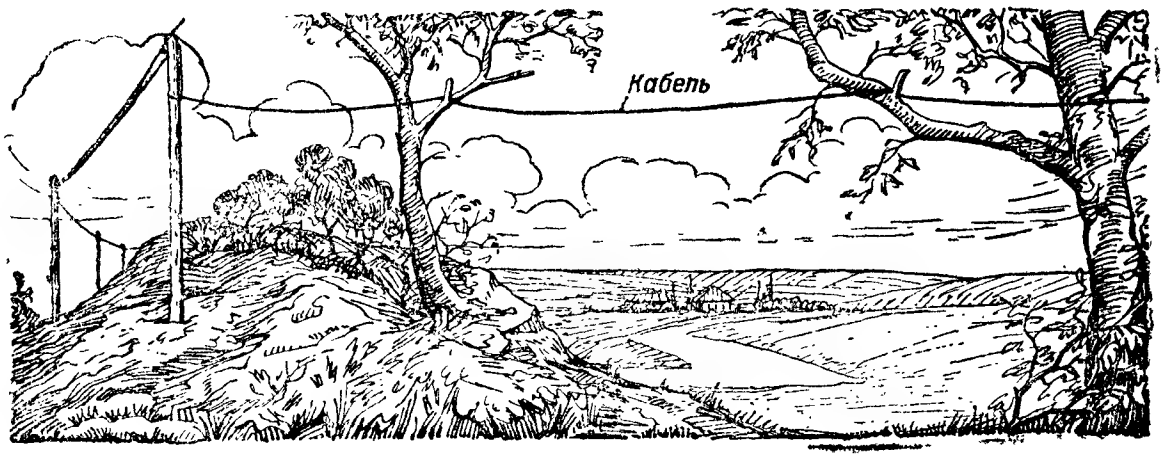


Рис. 309а. Переход с постоянной линии на кабель

При переходе кабелей с опоры на первую планку траншеи кабели перевязываются и на них вешаются бирки с указанием номеров кабелей по кроссировке. На вводно-разрезной опоре устраивается обычная лесенка для влезания на опору, так как при лазании на когтях легко повредить проложенные по опоре вводные кабели. Принцип перехода с постоянных линий на кабель при опорах другого типа (тройниках и т. п.) такой же, как указано выше, только несколько видоизменяется монтаж кабелей в траншее.

Переход с постоянной линии на кабель при малом числе проводов. Если постоянная линия имеет мало проводов (2—3), то переход на кабель можно сделать без кабельной коробки. Один из вариантов такого перехода показан на рис. 309а и б. Место соединения кабеля с проводом постоянной линии надо обязательно пропаять.

Вводной кабель до ВТС в этом случае прокладывают как обычный одиночный кабель — или по земле или по местным предметам.

Переход с шестовой линии на кабель делают так, как показано на рис. 310. Шестовая линия заканчивается оконечным шестом и по нему прокладывается вводной кабель. Кабель спускается или на землю или прокладывается по местным предметам до ВТС.

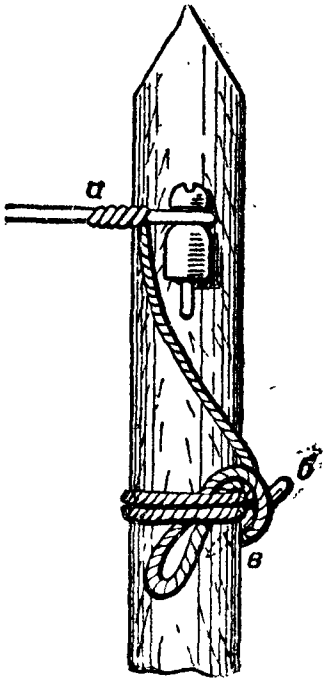


Рис. 309б. Крепление кабеля на опоре при переходе с постоянной линии на кабель

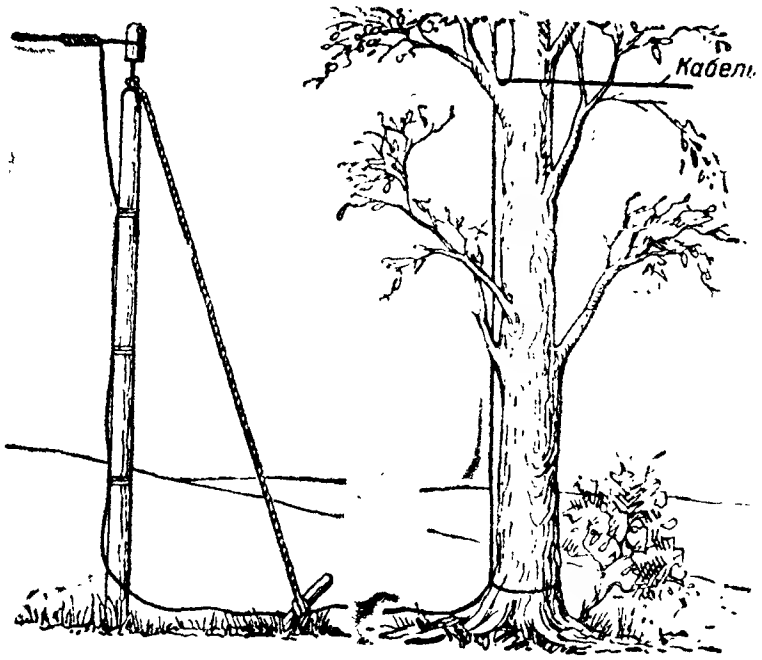


Рис. 310. Переход с шестовой линии на кабель

Если шестовая линия имеет ложный участок или проходит мимо ВТС, то строить оконечный шест не имеет смысла. Тогда на одном из шестов прямого участка линии провод разрезается, берётся на орешковые изоляторы и одна из сторон (или обе стороны) переводятся на кабель.

§ 101. ПРОКЛАДКА ПРОВОДОВ НА УЗЛАХ СВЯЗИ (ВТС)

На проводных узлах связи обычно прокладывается большое число различных проводов, соединяющих все элементы узла в единую схему. Наибольшее число проводов прокладывается на основных узлах, проводная сеть которых имеет большую разветвлённость и где у таких элементов, как кросс и телефонная станция, сосредоточивается основная масса проводов (пучки проводов).

Чтобы живучесть узла в целом была максимальной и обеспечивалась сохранность проложенных проводов, надо тщательно продумать схему их прокладки (направления трасс, способы расшивки кабелей у вводов на разветвлениях и т. д.). Кроме того, немалое значение имеет то, какого типа кабели (провода) применяются для прокладки внутри узла.

Типы кабелей для прокладки на ВТС узла. Для проводки внутри узла применяются как телеграфные, так и телефонные кабели разных типов (многожильные и одножильные). Выбор типа кабеля для различных цепей обусловливается значением цепей и их протяжённостью.

Кабельные шлейфы от вводных столбов до кросса, линейные провода от кросса к аппаратным и провода всех цепей линейных напряжений могут прокладываться многожильным кабелем ТТВК, ППК-4, полевым телеграфным кабелем ПТГ-19, импортным полевым однопроводным семижильным кабелем и телеграфным однопроводным полевым трофейным кабелем.

Местные и моторные цепи надо прокладывать кабелем ППК-4 или КПТС, чтобы иметь минимальное падение напряжения в проводке, так как в этих цепях сила тока иногда достигает нескольких ампер.

Соединительные линии между кроссами ВТС и телефонными станциями узла можно прокладывать или многожильными кабелями (ТТВК, ППК-4) или одножильными полевыми телефонными кабелями (ПТФ-7×2, импортные и трофейные кабели). Соединительные линии от средних точек диференциальных трансформаторов, установленных на кроссе ВТС, надо прокладывать кабелем ПТГ-19.

Трассы для прокладки кабелей. Трассы для прокладки кабелей внутри узла выбираются, исходя из следующих требований.

— трасса должна быть по возможности кратчайшей, чтобы расход кабеля на устройство проводки был минимальным;

— направление трассы выбирается с минимальным пересечением дорог, так, чтобы не было пересечений с другими трассами;

— трасса не должна проходить параллельно шоссе, автострадам, железнодорожному полотну, вблизи постоянных линий связи, кроме того, она должна быть удалена от объектов, подверженных воздействию авиации противника;

— при выборе направления трассы следует учитывать возможность маскировки трассы предметами самой местности;

— желательно, чтобы работы по отрывке траншей и укреплению опор можно было вести обычной сапёрной лопатой.

Выбранное направление трасс наносится на схему-план, где отмечаются пересечения и углы поворота трасс. По этому плану производятся в дальнейшем все работы, связанные с прокладкой проводов внутри узла.

Обозначение кабелей. Многожильные кабели ТТВК и ППК-4, как правило, обозначаются бирками с указаниями номера кабеля. Номер кабеля берётся в соответствии с ведомостью кроссировки кабелей (ВТС или телефонной станции).

Бирки должны подвешиваться на кабеле в следующих местах: у вводных опор, на всех разветвлениях по трассе, на вводах кабелей (в кросс, в аппаратные и др.). На прямой трассе кабели также обозначаются бирками через каждые 15—20 *м*, если кабели проложены в виде пакета. Если же кабели расшиты на прямой трассе отдельно друг от друга, то на них бирки не подвешиваются.

Прокладка многожильных кабелей. В зависимости от числа кабелей, места развёртывания узла и времени года многожильные кабели прокладываются:

— в траншеях;
— на крестовинах;
— на перекладинах;
— на изгороди;
— на рогатках;
— на козлах;
— на местных предметах.

Прокладка в траншеях. Прокладка многожильных кабелей (ТТВК, ППК-4) в траншеях является одним из лучших способов, достаточно надёжно защищающих кабели от взрывной волны и осколков. Этот способ прокладки применяется весной, летом и в сухую осень. В болотистых местах прокладывать кабели в траншеях нельзя, так как они будут заливаться водой. В каменистых грунтах этот способ неприменим из-за трудности отрывки траншей. Зимой он требует большой затраты сил и времени на отрывку траншей, которые к тому же часто засыпаются снегом, поэтому зимой прокладка кабеля в траншеях не рекомендуется.

Размеры траншей. Глубина траншеи 20—30 *см*, ширина зависит от числа и типа прокладываемых кабелей, а в среднем берётся в 1—2 ширины сапёрной лопаты. Чтобы в траншеях не скапливалась вода, от неё в нескольких местах прорываются канавки, по которым вода стекает из траншеи. Сверху траншеи маскируются, а накрываются только при переходах через дороги.

Планки делаются из досок толщиной 1,5 *см*. Ширина их 4—6 *см*, а длина зависит от ширины траншеи. Практически длина планок берётся равной ширине траншеи плюс 15—18 *см* для крепления планок в земле (7—9 *см* на каждый конец планки). Вместо планок из досок можно применять и круглые жерди диаметром 4—5 *см*.

Планки могут быть гладкие и с вырезами на верхнем ребре. Планки без вырезов применяются в том случае, когда в траншее прокладывается много кабелей. Планки с вырезами применяются, когда число прокладываемых кабелей невелико.

В траншее планки расставляются в 1 — 1,5 *м* одна от другой так, чтобы верхняя грань планки была ниже поверхности земли на 8—10 *см*.

Расшивка кабелей. На планках без вырезов кабели укладываются рядом, а на планках с вырезами каждый кабель укладывается на некотором расстоянии от другого. Место кабеля на планке предусматривается с таким расчётом, чтобы он при разветвлениях отходил в сторону, не пересекая других кабелей.

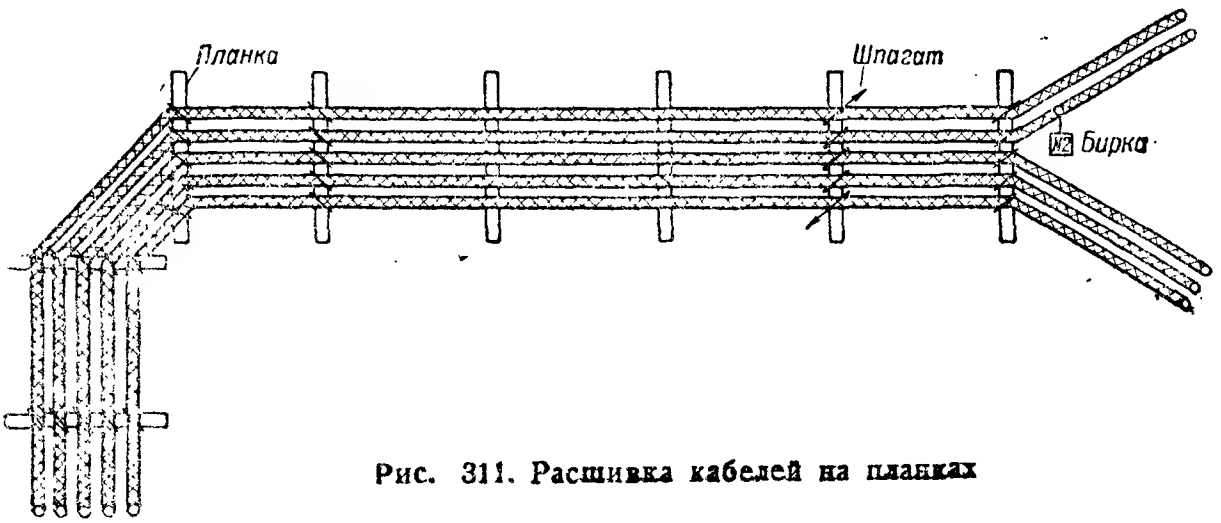


Рис. 311. Расшивка кабелей на планках

На планках кабели перевязываются шпагатом или тесьмой через одну-две планки на прямых участках, а на поворотах кабели крепятся на четырёх планках (рис. 311).

Прокладка кабелей в траншеях показана на рис. 312. На рис. 312, *а* показана прокладка на планках без вырезов, а на рис. 312, *б* на планках с вырезами.

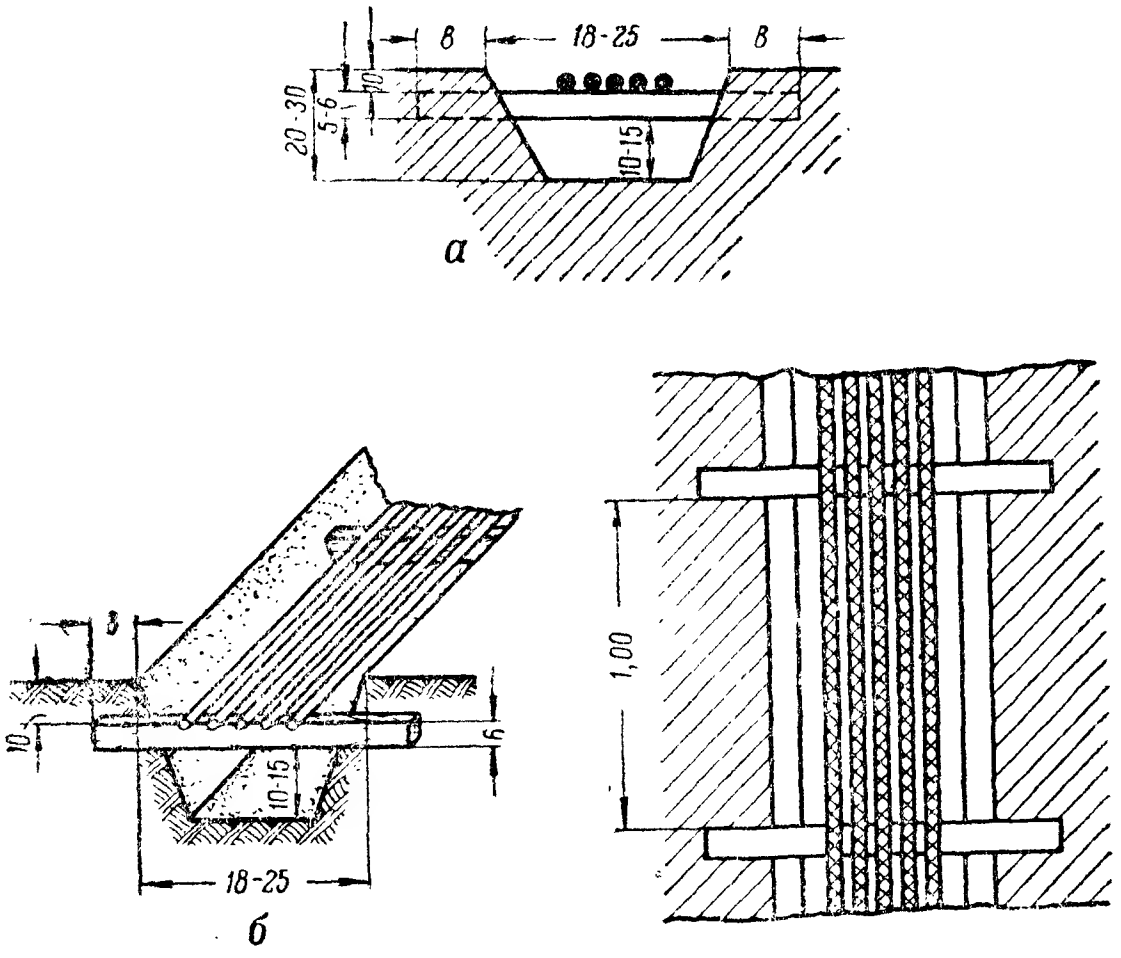


Рис. 312. Прокладка многожильных кабелей на планках в траншеях:
а — на планках без вырезов; *б* — на планках с вырезами

Прокладка многожильных кабелей на крестовинах применяется в том случае, если число кабелей невелико. Этот способ прокладки рекомендуется применять в любое время года. Зимой колья-опоры можно вморозить. При вмораживании опор их длину надо увеличить, исходя из глубины вмораживания и необходимости поднять кабель на высоту 40—60 *см* над снегом, чтобы кабель не заносило при метелях.

Расшивка кабелей и их крепление производятся так же, как указано выше для прокладки кабелей в траншеях на планках.

Прокладка многожильных кабелей на перекладинах (рис. 313) применяется в том случае, если в одном направлении прокладывается много кабелей и нет возможности откопать траншеи (зимой в заболоченных местах). Зимой опоры можно вморозить, увеличив соответственно длину опор.

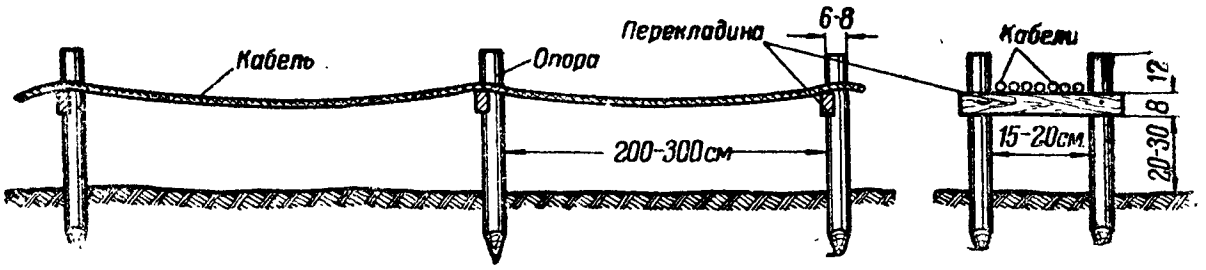


Рис. 313. Прокладка многожильных кабелей на перекладинах

Прокладка кабелей на изгороди (рис. 314) применяется в том случае, если число прокладываемых кабелей невелико и когда ка-

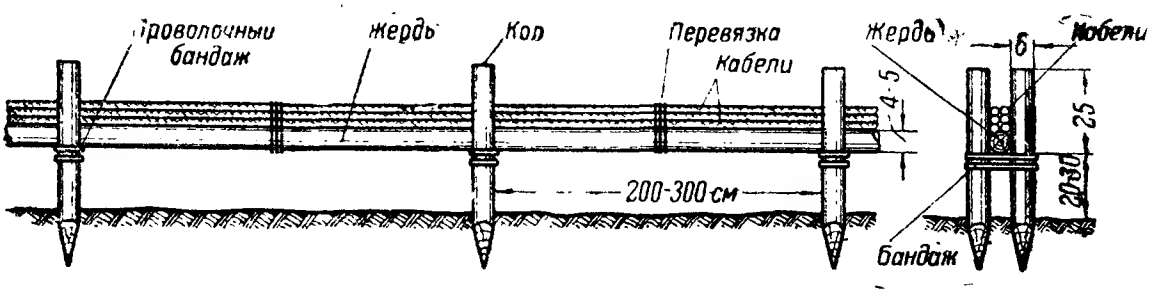


Рис. 314. Прокладка многожильных кабелей на изгороди

бели должны быть предохранены от случайных порывов. Этот способ можно применять в следующих случаях: в местах, где кабель могут повредить животные, на низких местах, когда прокладка в траншеях недопустима из-за появления воды в них; зимой, когда отрывка траншей требует много времени и сил.

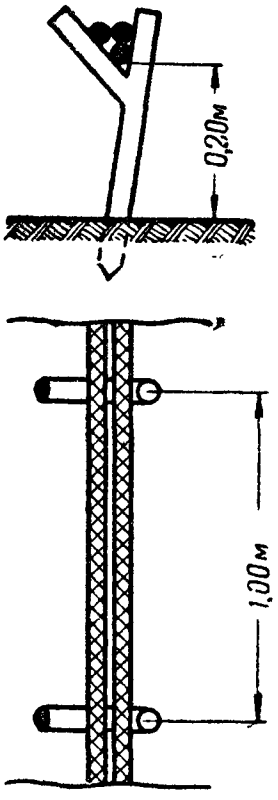


Рис. 315. Прокладка многожильных кабелей на рогатках

Прокладка кабеля на рогатках (рис. 315) производится в тех случаях, когда число кабелей данного направления невелико. Рогатки размещаются одна от другой на расстоянии 1 *м*. Проложенные на рогатках кабели перевязываются через одну-две рогатки. Кабели отмечаются бирками, как указано выше.

Прокладка кабеля на козлах (рис. 316) производится так же, как и на рогатках. Этот способ применяют в тех случаях, когда отсутствует подручный материал для изготовления рогаток.

Прокладка многожильных кабелей по опорам постоянных линий и местным предметам производится только в тех случаях, если в данном направлении прокладываются одиночные кабели, а также при переходах через дороги при условии, что сделать подземный переход по каким-либо причинам нельзя.

Переходы через дороги. Для перехода через дороги строится конструкция по рис. 317. В этом случае кабели укладываются в деревянной трубе, проложенной под полотном дороги (рис. 317, *а*).

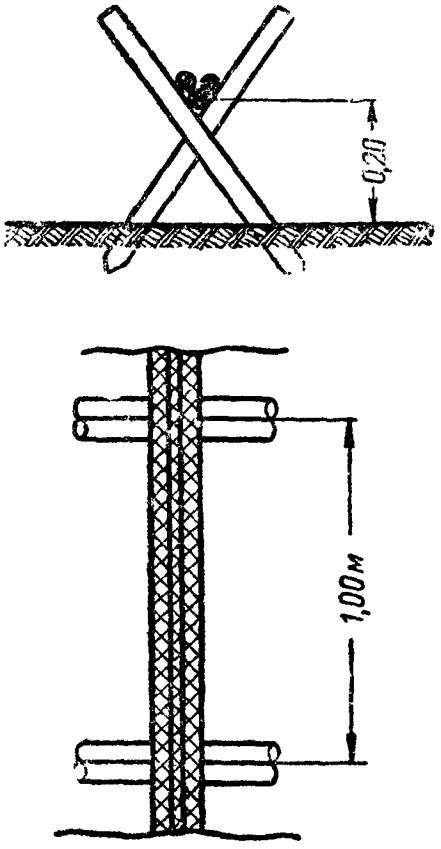


Рис. 316. Прокладка многожильных кабелей на козлах

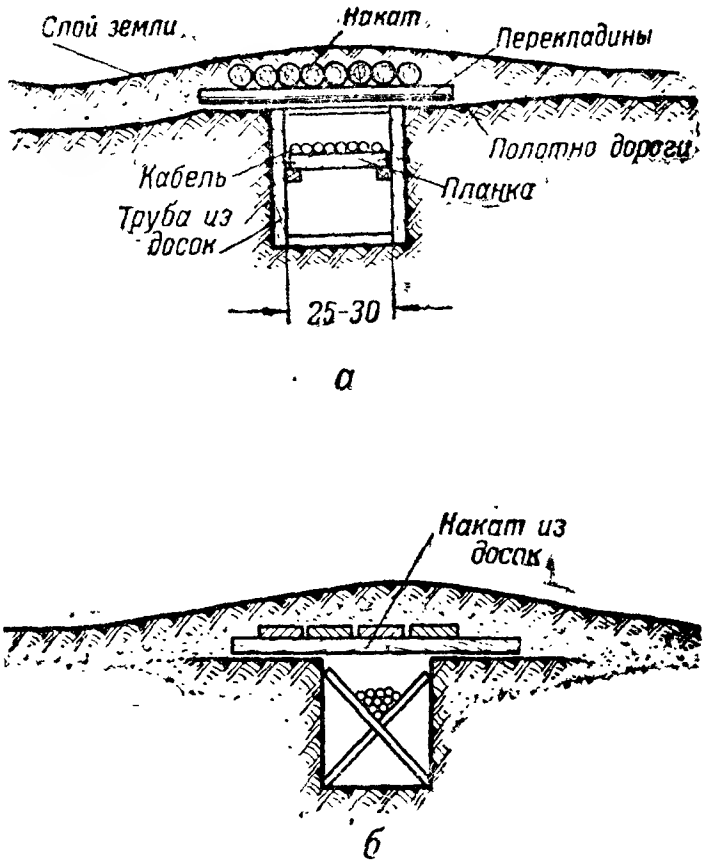


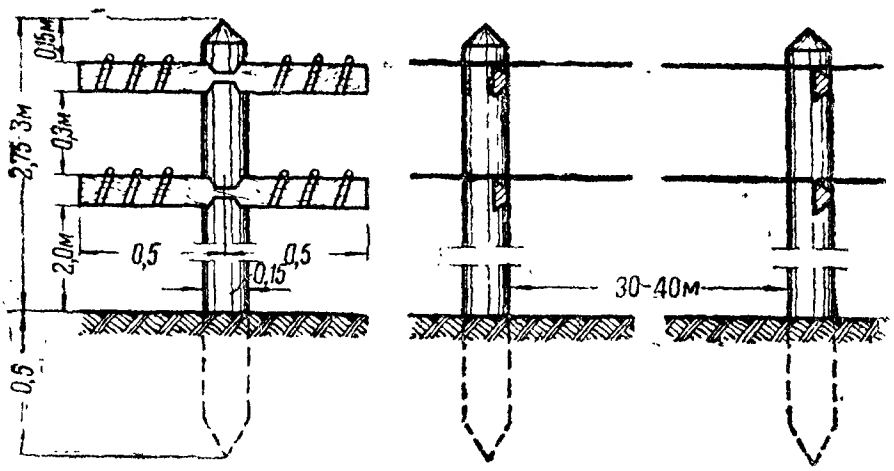
Рис. 317. Переход кабелей через дороги: *а* — на планках в жолобе из досок; *б* — на козлах в траншее

Если дорогу перекопать нельзя (например, асфальтированное шоссе, автострада), тогда строится воздушный переход.

По концам трубы делаются небольшие колодцы, служащие для протаскивания кабелей после того, как труба будет закопана, которые одновременно служат и для скапливания воды. Построенная конструкция засыпается землёй и утрамбовывается. Если трубу построить нельзя, переход через дороги можно сделать по рис. 317, *б* (на козлах).

Прокладка полевого кабеля. На малогабаритных опорах с поперечными траверсами (рис. 318) полевой кабель прокладывается в тех случаях, когда в одном направлении надо вести много кабелей на расстоянии более 300—400 *м* и когда нельзя строить постоянную линию из-за необходимости скрыть подходы от воздушного наблюдения противника. Для устройства линии столбы берутся длиной 3,5—4 *м* и устанавливаются на расстоянии 20—40 *м* один от другого. Траверсы делаются длиной 0,9—1 *м*. Траверсы крепятся на столбе в выемке, выпиленной в столбе в виде ласточкина хвоста.

На опорах из досок (рис. 319) полевой кабель прокладывается на небольшие расстояния (до 1 *км*). Эти опоры представляют собой доски толщиной 1,5—2 *см*, шириной 14—16 *см* и длиной 1,2—1,5 *м*. Конец доски, забиваемый в землю, заостряется.



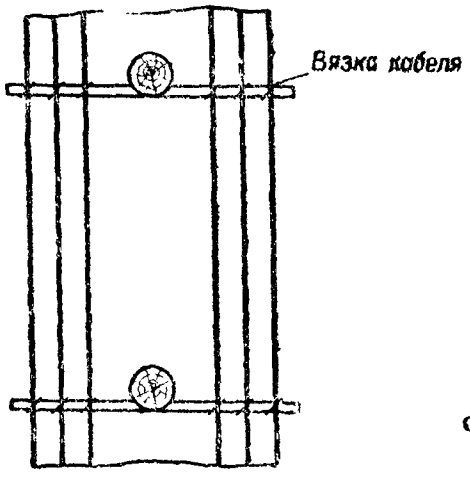
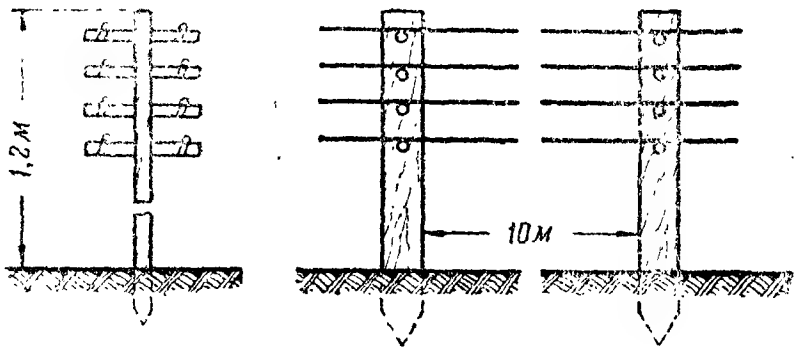


Рис. 318. Прокладка полевого одножильного кабеля на малогабаритных опорах



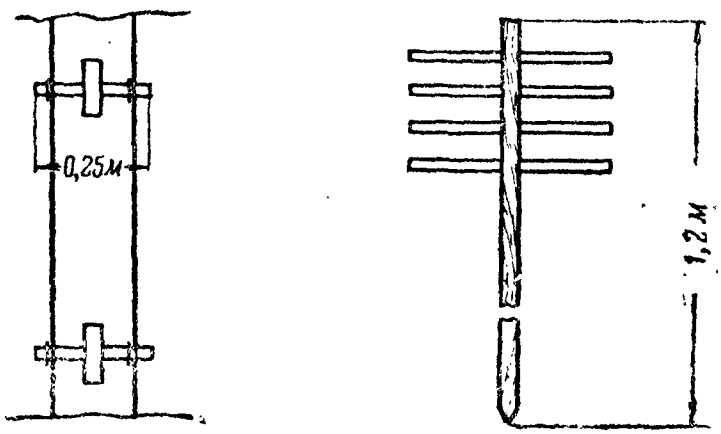


Рис. 319. Прокладка полевого одножильного кабеля на линии с опорами из досок

Сквозь доски пропускаются деревянные штыри длиной 25 *см*. Кабель закрепляется на штырях восьмёркой. Опоры устанавливаются на расстоянии 10—12 *м* одна от другой.

На перекладинах в траншеях полевые кабели прокладываются так же, как и многожильные кабели.

На рогатках и козлах полевые кабели прокладываются жгутом, как и многожильные кабели.

На местных предметах полевые кабели прокладываются тогда, когда в том или ином направлении идёт небольшое количество кабелей.

§ 102. ВНУТРЕННЯЯ ПРОВОДКА НА ВТС

Провода, соединяющие в единую схему отдельные аппараты и приборы внутри элементов ВТС, составляют внутреннюю проводку (в кроссе, в аппаратных и т. п.) или станционную проводку телеграфной станции.

Основные требования, предъявляемые к устройству внутренней проводки, состоят в следующем:

— проводка должна быть достаточно прочной и надёжно защищённой от случайных ударов посторонними предметами;

— она должна иметь высокую изоляцию;

— проводка должна выполняться технически правильно и красиво.

В соответствии с указанными требованиями внутренняя проводка выполняется как открытая, так и закрытая.

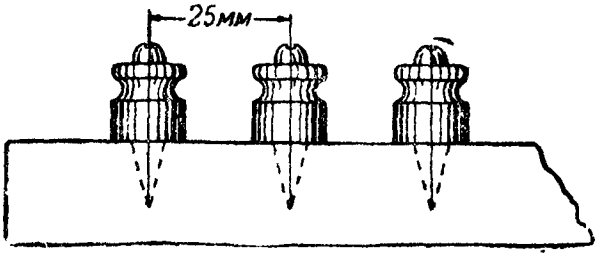
Внутренняя проводка может быть выполнена или многожильными кабелями (ТТВК, ППК-4) или полевыми одножильными телеграфными кабелями. На крупных ВТС внутренняя проводка обычно устраивается многожильными кабелями. На ВТС дивизии или небольшой телеграфной станции проводка выполняется полевым телеграфным кабелем.

Открытая внутренняя проводка может быть выполнена одним из следующих способов:

а) на роликах;

б) на деревянных планках;

в) на скобках.



320. Планка с роликами

Проводка на роликах (рис. 320 и 321). Проводка, выполненная по этому способу, обладает высокой изоляцией и технически достаточно совершенна. Но этот способ требует наличия роликов и шурупов, а устройство проводки требует много времени. Этот способ в полевых условиях сейчас почти не применяют, его можно рекомендовать при малом числе проводов, если есть время и материалы.

Проводка на деревянных планках (рис. 322) имеет применение на небольших ВТС. Эта проводка устраивается так: в деревянных планках, изготовленных из сухих досок, делают про-

рези согласно рис. 322 и в них укладывают одножильные кабели. Планки крепятся к стене двумя шурупами или гвоздями. При переходах на вертикальные участки такие планки надо крепить прорезями к стене, иначе кабели будут выпадать из прорезей. Общий вид проводки на планках показан на рис. 322 справа.

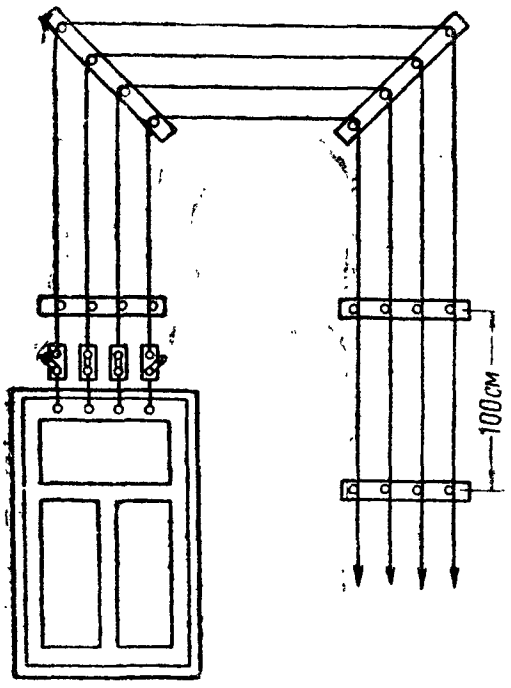


Рис. 321. Внутренняя проводка на роликах

Проводка на скобках. Этот способ внутренней проводки имеет наибольшее применение, особенно на больших ВТС, где в одном направлении прокладывается много кабелей (ТТВК, ППК-4). Для устройства проводки на скобках надо иметь или проволочные скобки (для 1—3 проводов) или скобы из обычного листового железа (для большого числа кабелей).

В первом случае под проволочную скобу прокладывают провод и закрепляют его скобой. Чтобы не повредить изоляцию кабеля, под скобу подкладывают кусочки кожи, картона или в месте крепления кабель обвёртывают двумя-тремя слоями изоляционной ленты. Чтобы проводка была прочной и красивой, провода должны быть натянуты и итти параллельно друг другу. На поворотах кабель крепится двумя скобами.

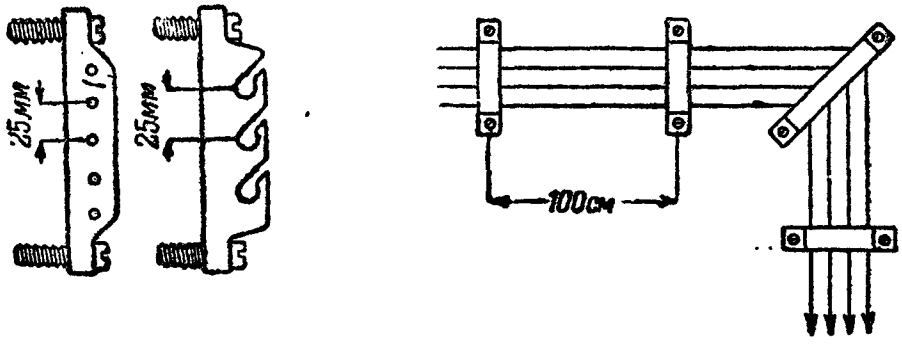


Рис. 322. Внутренняя проводка на планках

Проводка пакета кабелей (ППК-4) осуществляется с помощью скоб, сделанных из листового железа. Скобы берут такого размера, чтобы они плотно удерживали все кабели пакета. Скоба крепится к стене или двумя шурупами или гвоздями. Под скобы обязательно подкладывают картон, кожу или изоляционную ленту, чтобы не повредить изоляцию кабелей.

В целях повышения изоляции проводки от стены и придания более красивого вида надо сначала укрепить на стене сухую, хорошо выстроганную доску. Под доску надо положить 2 — 3 квадратных бруска, благодаря чему площадь соприкосновения доски со стеной уменьшается, а следовательно, увеличивается изолированность проводки от стены. Ширину доски надо брать несколько больше ширины пакета кабелей. Доска берётся толщиной 2—3 *см*. На этой доске и крепят пакет кабелей.

На углах пакет крепится двумя скобами. Необходимо иметь в виду, что многожильные кабели нельзя изгибать под прямым углом.

Закрытая внутренняя проводка. Этот способ проводки на ВТС применяется довольно широко и особенно на крупных ВТС. Для

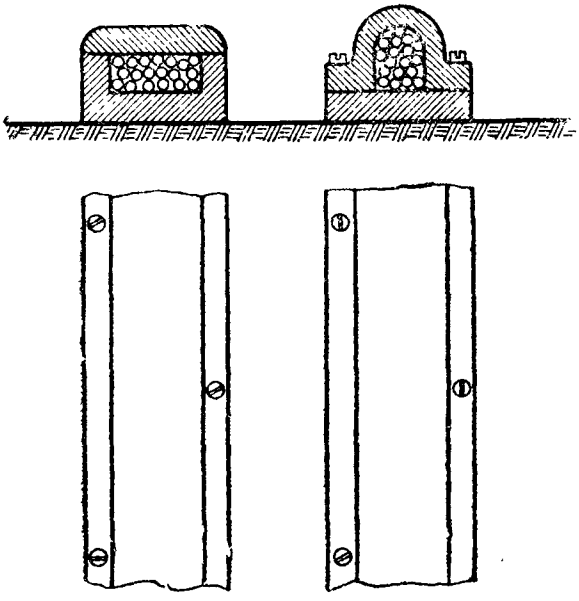


Рис. 323. Сбразцы желобов для закрытой проводки

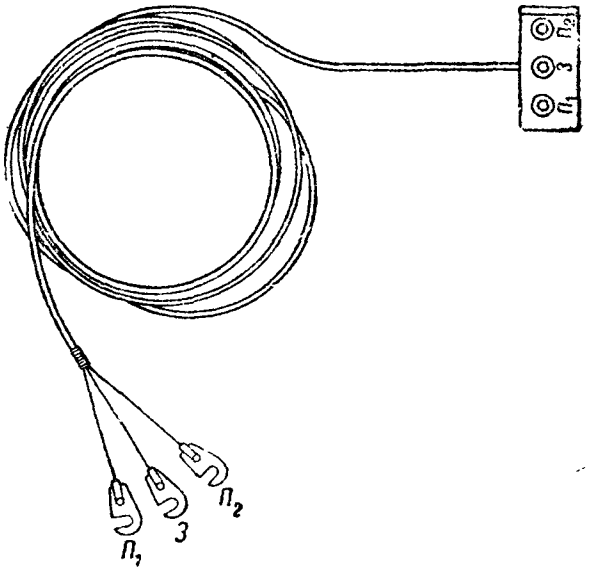


Рис. 324. Жгут на три жилы

устройства внутренней проводки необходимы желоба, конструкция которых зависит от наличия материала на месте оборудования ВТС. Для образца на рис. 323 показаны возможные варианты желобов. Жолоб крепится или на стене или на полу, в него закладывают кабели и затем он закрывается сверху крышкой. Этот способ проводки рекомендуется применять всегда, когда приходится прокладывать провода по полу блиндажа или помещения, так как жолоб достаточно надёжно защищает проводку от повреждений.

На небольших ВТС, чтобы ускорить проводку проводов от линий до ВТС, рекомендуется применять жгуты. На рис. 324 показан жгут на три жилы. В этом случае одна жила используется для подачи линии, одна запасная, а третья жила является земляной. Если заземление устроено рядом с ВТС, в жгуте используется одна жила, а две являются запасными.

§ 103. УСТРОЙСТВО ЗАЗЕМЛЕНИЙ НА ВТС ПРОВОДНЫХ УЗЛОВ СВЯЗИ

Общие сведения о заземлениях. Телеграфная связь осуществляется или по однопроводным телеграфным линиям или по средним точкам телефонных цепей. В обоих случаях обратным проводом является земля, сопротивление которой существенно влияет на работу телеграфной цепи. Поэтому устройство заземления должно осуществляться очень тщательно.

Чтобы заземления не стали источником повреждения, они должны периодически измеряться, и если сопротивление заземления увеличилось, надо немедленно принять меры к улучшению заземления. Заземление тем лучше, чем меньше его сопротивление. Исходя из этого, для устройства заземлений надо использовать реки, озёра, колодцы (небетонированные), а если заземление устраивается в земле, лучше использовать болотистый, чернозёмный и глинистый влажный грунт. Заземления, устроенные на скотных дворах (под навозом), в погребах и подвалах, также имеют небольшое сопротивление.

Если заземление устраивается в грунте, то заземлитель (труба, бухта проволоки и др.) закапывается в землю на такую глубину, чтобы он лежал на уровне подпочвенных вод (во всяком случае находился во влажном грунте). Глубина ямы для заземления определяется почвой, но в грунтах средней влажности она будет не меньше 2 *м*.

В некоторых районах закопать заземлитель на уровень подпочвенных вод не удаётся, тогда следует искусственно улучшить проводимость почвы путём пропитывания места для заземлителя раствором поваренной соли и др. При плохом грунте следует устроить несколько заземлений, соединив их между собой параллельно в одно заземление. В этом случае отдельные заземлители разносятся на расстояние 4—6 *м* один от другого. В городах заземления надо устраивать в удалении от трамвайных рельсов на расстоянии не менее 200 *м*.

Заземление телефонной станции, как правило, устраивается отдельно от телеграфных, на удалении от последних не менее 100 *м*.

В качестве заземлителей применяются специальные земляные стержни, медные или газовые оцинкованные трубы, гильзы от снарядов, оцинкованные листы железа или бочки и, наконец, заземление можно устроить из бухты оцинкованной проволоки. Применять для заземлителей предметы из чёрного железа нельзя, так как они быстро покроются ржавчиной.

Телеграфные аппараты можно заземлить и непосредственно в аппаратной, устроив заземление в блиндаже или рядом с ним. Наилучшей формой заземлителя является лист прямоугольной удлинённой формы. От места заземления до кросса прокладывают обычно голые провода. Для этой цели лучше применять медные провода (например, шестовой) и в крайнем случае оцинкованный железный диаметром 4—5 *мм*. Заземляющие провода не должны иметь сростков, а если таковые есть, то они должны быть

обязательно пропаяны. Место соединения провода с заземлителем обязательно пропаивается.

Ввод земляных проводов на кросс производят так же, как и ввод обычных проводов, но их следует прокладывать отдельно от проводов линейных и батарейных во избежание сообщения последних с землёй. На самом кроссе земляные провода желательно прокладывать отдельно от всех остальных проводов, заведённых на кросс. На ВТС узлов связи фронта, армии и корпуса устраивают не менее трёх отдельных земель. Это требование вызвано тем, что, во-первых, в случае выхода из строя одной из земель узел может переключить аппаратуру на другую землю и, во-вторых, узлы обязаны периодически измерять сопротивления земель, для чего некоторые способы измерения требуют три заземления. При устройстве трёх земель они должны быть обязательно разнесены друг от друга не менее чем на 50 *м*.

Для грозозащиты на кроссах узлов обычно устраивается отдельное заземление.

Зимой для устройства заземлений рекомендуется использовать скотные дворы (делать заземления под навозом), подвалы, колодцы, невымерзающие озёра и реки. Зимой в грунте заземления закапываются на такую глубину, чтобы заземлитель был ниже промёрзлого грунта.

Сопротивление заземлений не должно превышать:

— для фронтовых и армейских узлов 5 *ом*;

— для корпусных узлов 10 *ом*;

— для ВТС дивизии 30 *ом*.

Устройство заземлений из труб и гильз от снарядов. Заземления из труб (рис. 325) устраиваются следующим образом. Берут две медные или оцинкованные трубы длиной 2 *м*, диаметром не менее 30 *мм* и закапывают их в землю, так чтобы не менее ¾ длины трубы находилось во влажной земле. Трубы закапываются на расстоянии 2—3 *м* одна от другой. Часто за неимением труб для заземления используют гильзы от снарядов.

К трубам припаиваются выводные провода, место спая хорошо промывается, чтобы не осталась кислота,

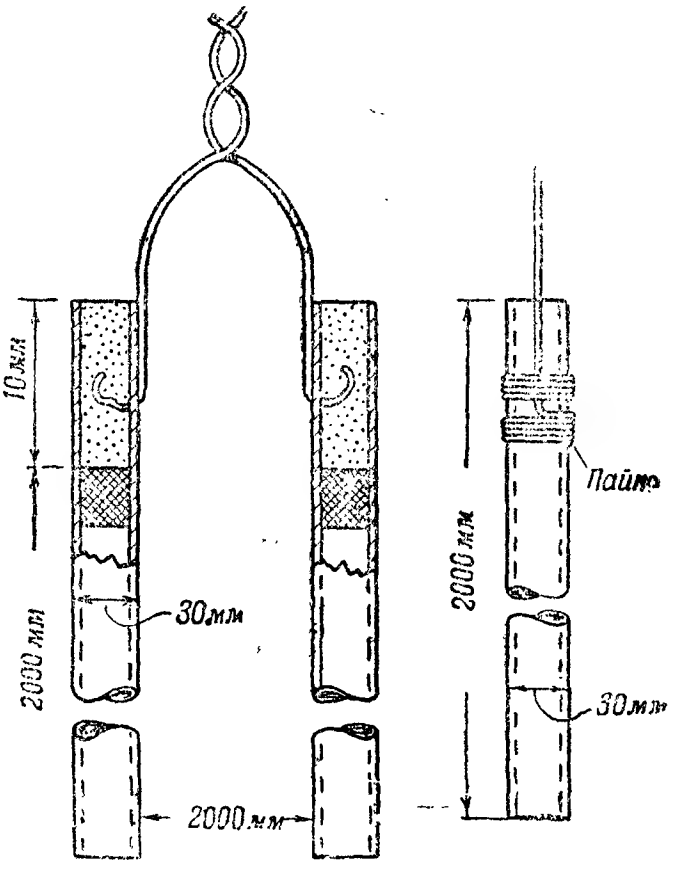


Рис. 325. Устройство заземления из труб

и закрашивается асфальтовым лаком или масляной краской. Выводные провода от труб, если они имеют несколько жил, свивают в жгут, сращивают с заземляющим проводом, который и прокладывается в земле до кросса. Выводные концы заделываются на трубе так: на расстоянии 20 *см* от верха труба зачищается до блеска и облуживается, точно так же зачищается и выводной провод. Затем провод накручивается на трубу виток к витку и витки припаиваются к трубе. После этого накладывают проволочный бандаж из 4—5 витков, которые также припаивают к трубе.

Устройство заземления из листа железа. Заземление из листа железа устраивают так (рис. 326): берут лист оцинкованного железа размером 75 × 150 *см* и к нему припаивают выводной проводник. Место спая промывают от остатков кислоты и закрашивают. Поверх проводника накладывают скобку из такого же железа, которая приклёпывается к листу или припаивается. Прокладка провода от заземления к кроссу производится так же, как и проводов от заземления из труб.

Устройство заземлений из проволоки. Заземление из проволоки устраивается так: берут оцинкованную проволоку диаметром 4—5 *мм* и свёртывают её в виде плоской спирали. Диаметр спирали 0,5 *м*, число витков 10—15. Витки спирали соединяются в трёх-четырех местах проволокой, которая обязательно припаивается к виткам, а место спая очищается и закрашивается. Для одного заземления берут две-три таких спирали, которые присоединяют к заземляющему проводу и последний подают на кросс.

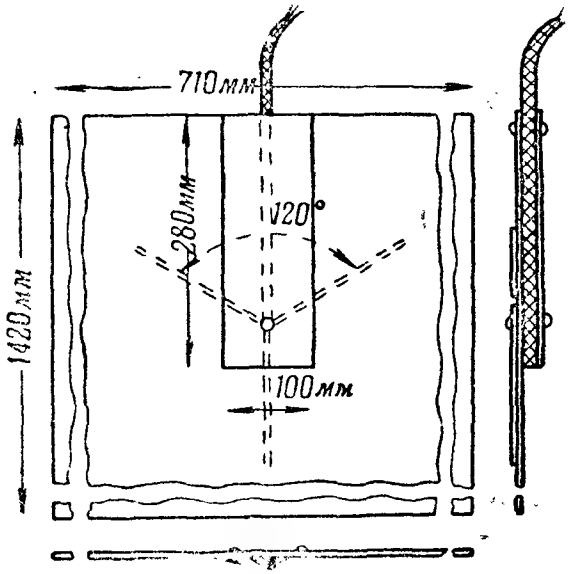


Рис. 326. Устройство заземления из листа железа

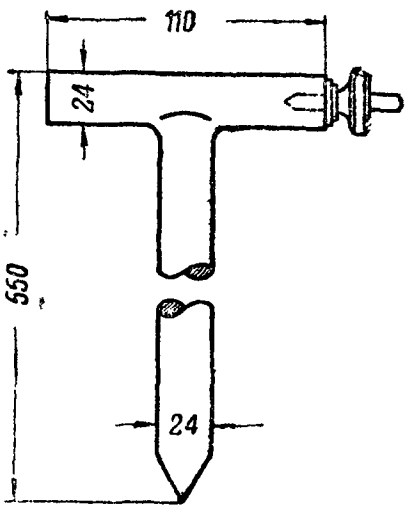


Рис. 327. Телеграфный стержень для заземлений

Заземление, сделанное посредством металлического стержня. Металлический стержень (рис. 327) применяют как заземлитель на ВТС с одним аппаратом. При устройстве заземления надо стержень закопать в землю и от него подать на ВТС провод, который присоединяется к стержню с помощью гайки.

§ 104. ОБОРУДОВАНИЕ ВТС С ОДНИМ АППАРАТОМ МОРЗЕ

Место размещения ВТС в каждом конкретном случае будет зависеть от того, где размещается штаб, обслуживаемый данной ВТС. Вообще ВТС может размещаться в помещении, блиндажах, окопах, в палатке и т. п. Конечно, выбор места и инженерные постройки для ВТС будут зависеть и от самой ВТС (ВТС фронтового узла, ВТС корпуса, дивизии и т. д.).

Как правило, небольшие ВТС размещаются в блиндажах того или иного типа. Размещение в блиндажах достаточно надёжно защищает и личный состав и аппаратуру ВТС от взрывной волны, осколков и пуль. В непосредственной близости от противника следует устраивать блиндажи тяжёлого типа с перекрытием в несколько накатов. В удалении от противника можно строить блиндаж лёгкого типа.

При выборе помещения или при постройке блиндажа для оборудования ВТС надо исходить из следующих требований:

— размеры помещения должны обеспечивать расстановку аппаратуры ВТС, при этом должны быть созданы необходимые удобства как для офицеров штаба, так и для личного состава, обслуживающего ВТС;

— помещение ВТС или блиндаж должны достаточно надёжно защищать ВТС от огня противника;

— место размещения блиндажа должно быть выбрано неподалеку от командования соединения и его штаба;

— помещение ВТС должно быть хорошо замаскировано от воздушного и наземного наблюдения;

— в районе ВТС не должно быть посторонних лиц;

— проезд всех видов транспорта в районе ВТС запрещён.

При оборудовании ВТС в помещении аппаратуру надо разместить так, чтобы не затруднялось её обслуживание. На рис. 328а показан общий вид оборудования рабочего места с одним аппаратом Морзе, а на рис. 328б показан план этого же рабочего места. Ввод и внутренняя проводка сделаны в соответствии с техническими требованиями на эти работы. Батарея размещена под столом рабочего места на деревянной подставке. Схема соединения аппарата с линией и включение батарей и заземления показаны справа вверху рис. 328а.

При оборудовании ВТС в блиндаже (рис. 329) рабочее место оборудуется так же, как и в помещении. В этом случае несколько упрощается ввод проводов в блиндаж. Внутренняя проводка на ВТС делается чаще всего на деревянных планках. Заземление можно сделать тут же, в блиндаже, под полом, или зарыв стержень в землю возможно ближе к аппаратной ВТС.

Оборудование ВТС в окопе. В окопе ВТС оборудуется так же, как и в блиндаже. Но в этом случае надо стенки окопа перед аппаратом Морзе обтянуть палаткой или обшить фанерой, чтобы земля не осыпалась на аппарат. В стенке окопа делается небольшая выемка для установки аппарата Морзе и телефонного

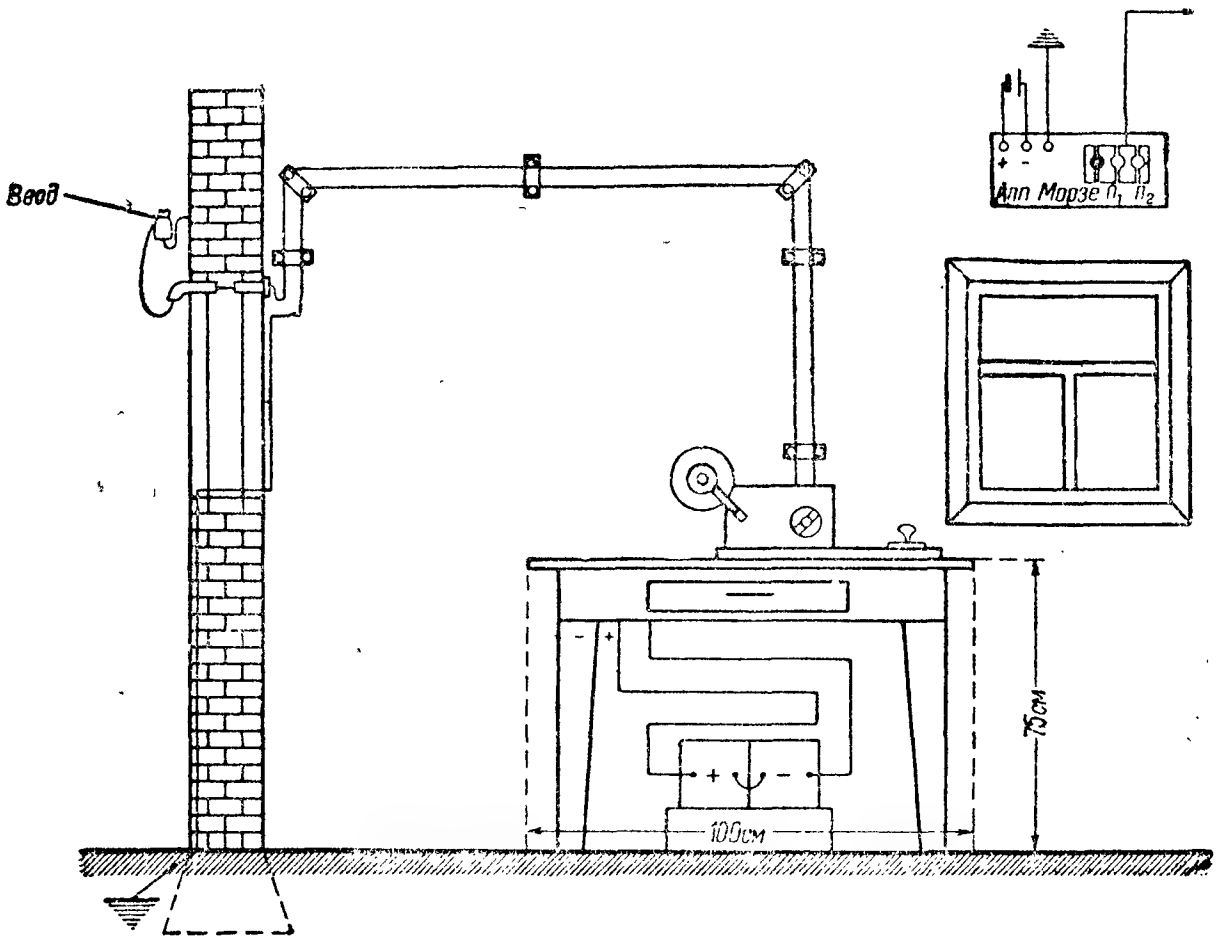


Рис. 328а. Оборудование ВТС в помещении

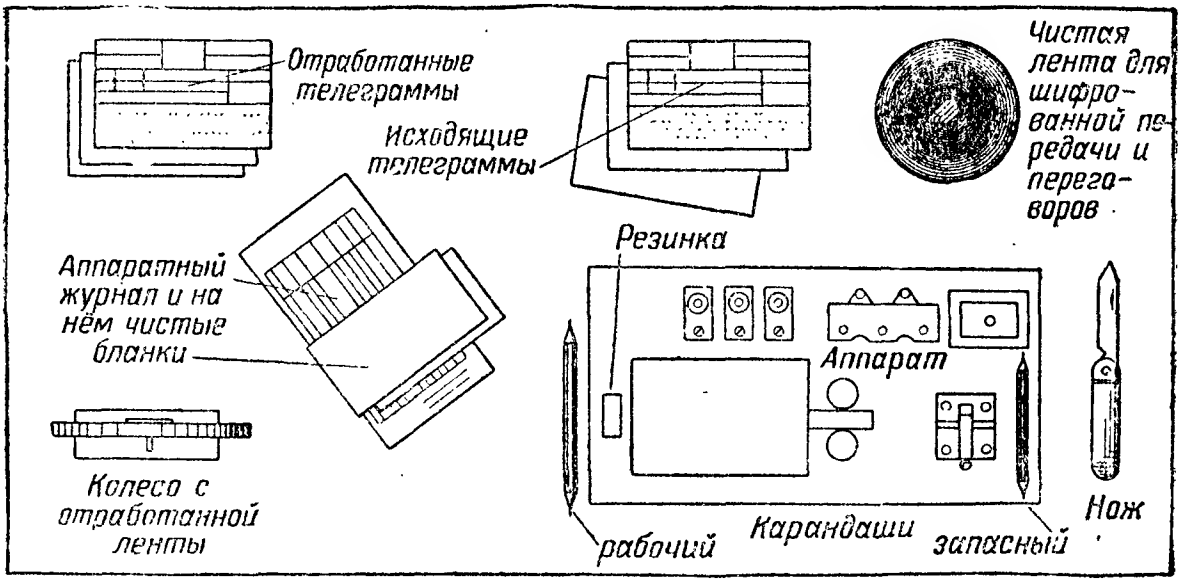


Рис. 328б. План рабочего места телеграфиста

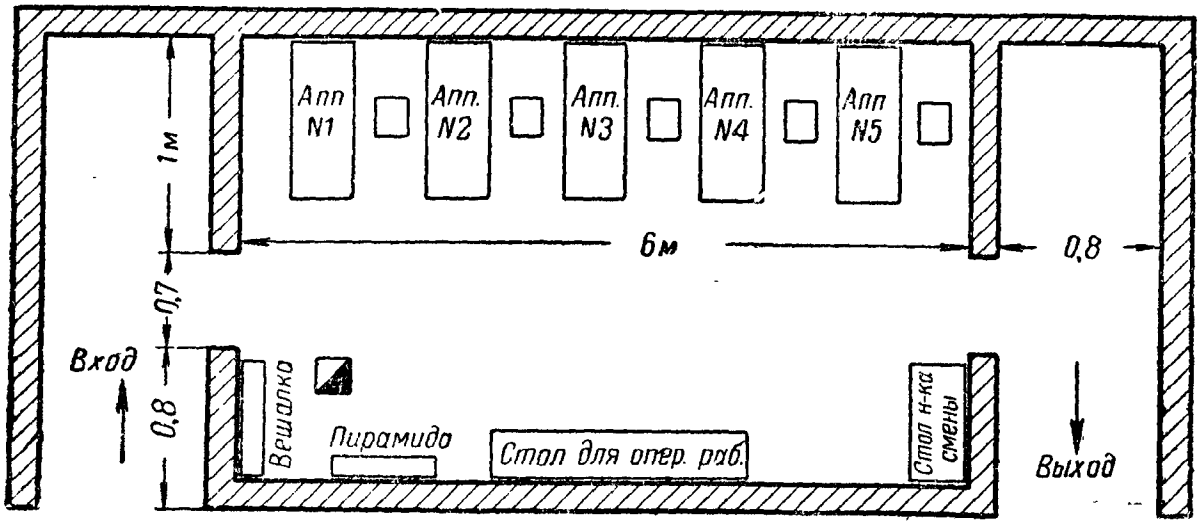


Рис. 329. План аппаратной Морзе в блиндаже

аппарата. Сверху над аппаратом натягивается палатка для защиты аппарата от пыли, грязи и дождя. Аппарат Морзе, телефон и батарею ставить непосредственно на землю запрещается.

Места для аппарата (ступенька в окопе) и батареи должны быть накрыты сухими досками или иным сухим материалом (прутья, сено, солома и т. п.). Для сиденья можно использовать укладочный ящик аппарата. Внутри окопа провода прокладываются на колышках, забитых в стенку окопа, к которым и привязывают кабель.

Заземление, если позволяет почва, надо устраивать непосредственно в окопе, предохраняя земляные провода от повреждений.

Оборудование ВТС в различных условиях местности. В некоторых случаях станции оборудуются в кустарнике, в лесу, в овраге и т. п.

При этом станции надо оборудовать в естественных складках местности. Аппарат устанавливается на укладочный ящик, под батарею подкладываются сухие ветки, сиденье телеграфиста устраивают отдельным складным или используют местные средства.

Чтобы аппарат не заливало дождём и не заносило снегом, надо над ним натянуть палатку, замаскировав её под местность.

Оборудование ВТС с одним аппаратом Морзе в поле может быть только в том случае, когда время пребывания ВТС на этом месте непродолжительно (несколько часов).

Обязанности личного состава ВТС при оборудовании станции. Прибыв в район развёртывания ВТС, начальник ВТС строит команду и ставит задачу на оборудование ВТС, указывая, кто, какую и как должен выполнить работу. По команде «К работе приступить» номера команды берут положенный им инструмент, аппаратуру и материалы и немедленно приступают к выполнению задачи. При этом, не ожидая полного окончания оборудования ВТС, начальник ВТС совместно с морзистом № 1 устанавливают аппаратуру и вступают в связь. Примерные обязанности и круг работ даны ниже.

Начальник ВТС руководит работой команды. Указывает место для установки телеграфного и телефонного аппаратов, батареи и указывает, как надо сделать ввод провода на ВТС, где сделать заземление, как провести проводку внутри ВТС. Лично рассчитывает и готовит батарею. Помогает старшему морзисту установить аппараты. Составляет план обороны ВТС, исходя из общего плана обороны КП сд.

Старший морзист (№ 1) подготавливает рабочее место для установки аппарата Морзе и телефонного аппарата. Подготавливает аппараты к работе на действующей связи и присоединяет к аппаратам линии, заземления и питание. После установки аппаратуры оборудует место телефониста.

Морзист № 2 устраивает ввод провода на ВТС и оборудует внутреннюю проводку на станции.

Морзист № 3 устраивает заземление и прокладывает провод от него на ВТС. После устройства заземления организует рабочее место.

Если к составу ВТС придана смена телефонистов и линейных надсмотрщиков, то начальник ВТС назначает их в помощь морзистам № 1 и 2, чтобы ускорить оборудование ввода и заземления, как более трудоёмких работ.

По окончании оборудования и вхождения в связь начальник ВТС доносит (докладывает) об открытии ВТС начальнику связи или ДС, указывая об израсходованном имуществе и что у него осталось в резерве, назначает дежурную смену и знакомит личный состав с планом обороны ВТС.

§ 105. ОБОРУДОВАНИЕ ВТС НА НЕСКОЛЬКО АППАРАТОВ

Военно-телеграфная станция на несколько аппаратов Морзе и СТ-35 оборудуется или на КП части, или каком-либо вспомогательном (или другом) узле связи.

Как правило, ВТС на несколько телеграфных аппаратов оборудуется в нескольких блиндажах, удалённых один от другого на 30—50 *м*. Рассредоточенное размещение обеспечивает наибольшую сохранность ВТС и от артиллерийского огня противника.

Оборудование ВТС по блиндажам размещается примерно так:

— кросс ВТС в одном блиндаже;

— аппаратная Морзе и экспедиция в другом блиндаже;

— аппаратная СТ-35 в третьем блиндаже;

— аккумуляторно-генераторная станция в четвёртом блиндаже.

В кроссе ВТС устанавливается два швейцарских коммутатора (или какого-либо другого типа) на нужную ёмкость, один испытательный аппарат Морзе и один-два служебных телефона. В коммутаторы заводят все провода от линий, аппаратов и батарей.

На кроссе батарей производятся:

— самые разнообразные взаимные переключения проводов, аппаратов и источников питания;

— все виды испытания проводов и станционного оборудования;

— все виды электрических измерений проводов и заземлений, напряжения и силы тока в различных цепях.

На кроссе составляются все виды связей, входящих в данную ВТС или узел.

Обычно кросс размещается в центре ВТС, чтобы на устройство шлейфов и проводки между отдельными элементами ВТС расходовалось возможно меньше кабеля.

В аппаратной Морзе устанавливают все аппараты Морзе ВТС. Примерный план аппаратной Морзе на пять аппаратов в блиндаже показан на рис. 329.

В аппаратной СТ-35 устанавливают все аппараты СТ-35 ВТС, один аппарат Морзе и один телефон. В аппаратной СТ-35 аппарат Морзе и телефон устанавливают с целью обеспечения прямых переговоров командования и ответственных офицеров штаба по любому направлению.

Блиндаж аппаратной СТ-35 на четыре аппарата СТ-35 и один аппарат Морзе и расстановка аппаратуры такие же, как и для аппаратной Морзе.

В аккумуляторной ВТС устанавливают батарею и зарядно-распределительный щиток. Аккумуляторные батареи ставят на стеллаже, на столе и т. п. Щиток размещают так, чтобы было удобно производить различные переключения групп и измерения силы тока и напряжения при заряде и разряде батарей. Генератор устанавливают рядом с аккумуляторной в полуоткрытом блиндаже (с целью наилучшего охлаждения двигателя). От генератора подают провода в аккумуляторную на зарядно-распределительный щиток.

Внутренняя проводка кросса, аппаратных и аккумуляторной производится в соответствии с указаниями, данными выше (см. «Прокладка проводов и внутренняя проводка на ВТС»). Заземлений на ВТС устраивают три. Устройство заземлений описано выше.

На ВТС предусматривается защита внутренней проводки и аппаратуры, для чего:

В кроссе устанавливают предохранители и разрядники на линейных проводах и предохранители на батарейных проводах к аппаратам.

В аккумуляторной устанавливают предохранители на зарядных и разрядных проводах.

Принцип соединения всех элементов ВТС кабелями показан на рис. 330. По кабелям № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 подаются следующие жилы (число жил зависит от числа проводов и числа аппаратов на ВТС):

Кабель № 1 — вводные телеграфные провода и провода телефонных цепей дальних связей, подключаемые к линейному коммутатору кросса.

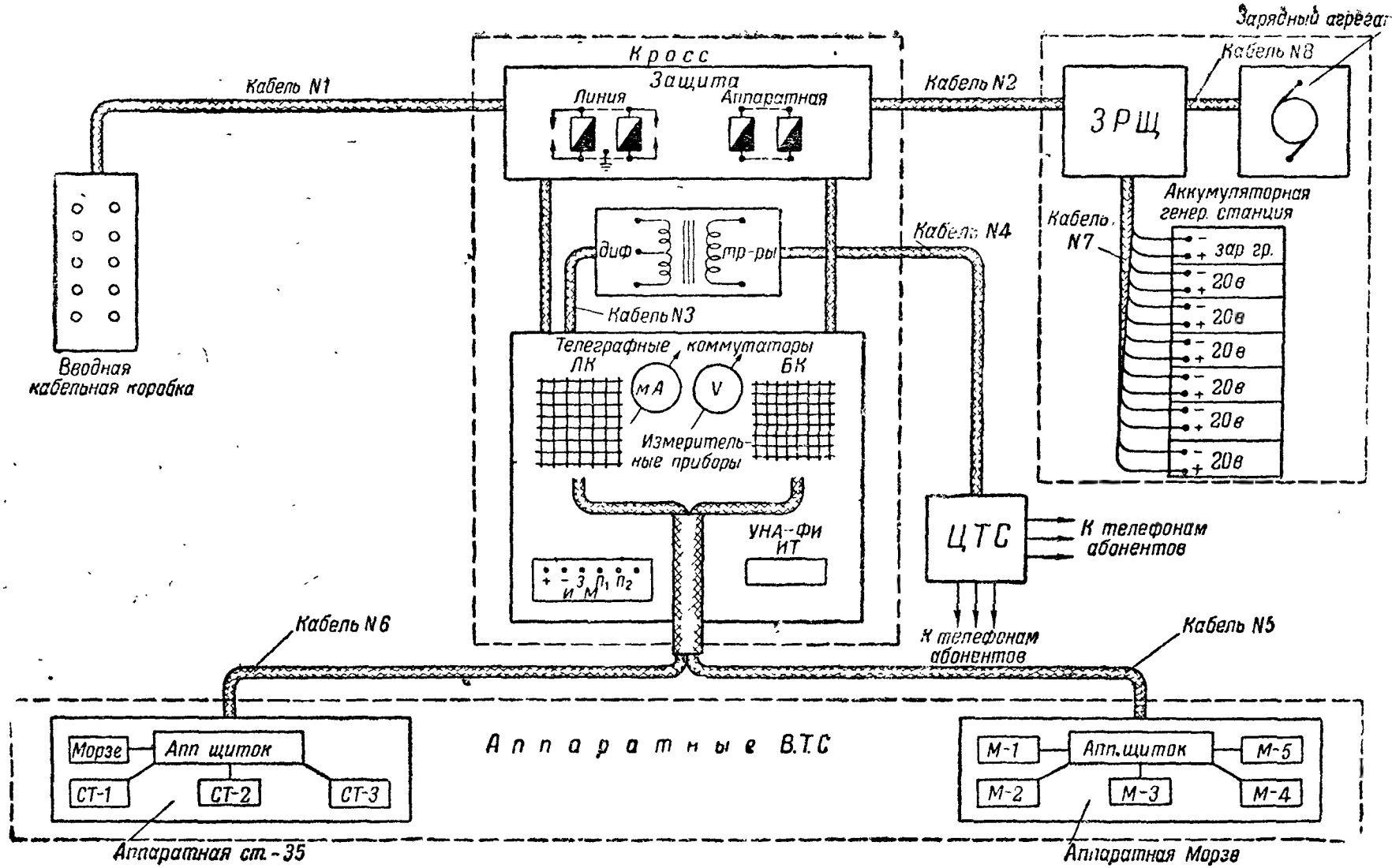


Рис. 330. Скелетная схема соединения ВТС кабелями

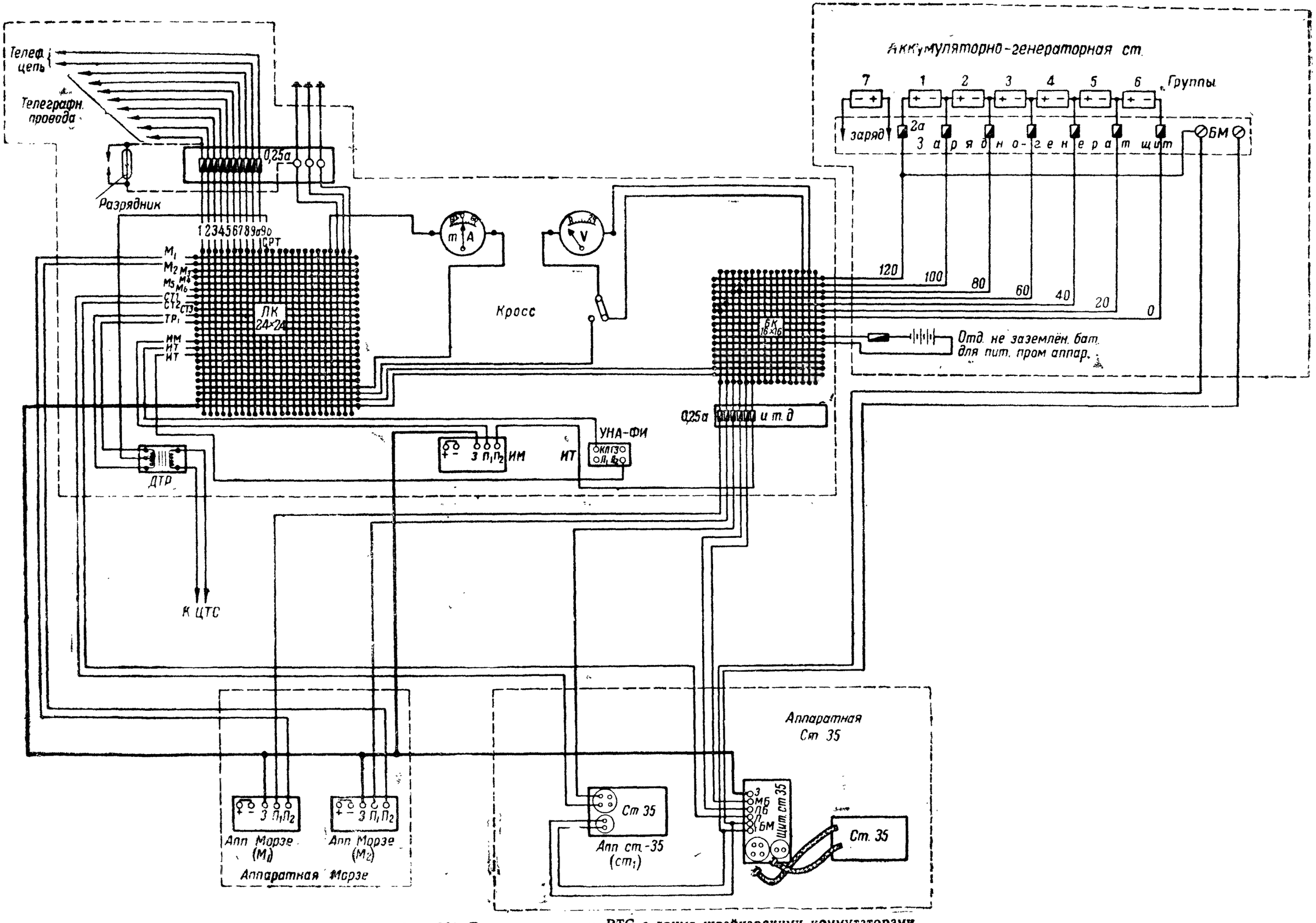


Рис. 331. Техническая схема ВТС с двумя швейцарскими коммутаторами

Кабель № 2 — жилы питания от батареи, с градацией напряжений в 20, 40, 60, 80, 120 *в* от ЗРЩ, подключаемые к батарейному коммутатору кросса.

Кабель № 3 — соединительные жилы от линейной стороны и средних точек диференциальных трансформаторов к линейному коммутатору кросса.

Кабель № 4 — соединительные жилы от станционной стороны диференциальных трансформаторов к телефонному коммутатору ЦТС.

Кабель № 5 — линейные и батарейные жилы к аппаратам Морзе от линейного и батарейного коммутаторов кросса.

Кабель № 6 — линейные и батарейные жилы к аппаратам СТ-35 от линейного и батарейного коммутаторов кросса.

Кабель № 7 — жилы питания от аккумуляторной батареи к ЗРЩ с градациями 20, 40, 60, 80, 100, 120 *в* и от зарядной группы.

Кабель № 8 — жилы питания от зарядного агрегата к ЗРЩ.

Техническая схема соединений ВТС, соответствующая скелетной схеме рис. 330, показана на рис. 331. На схеме показано только два аппарата Морзе и два аппарата СТ-35, поскольку включение всех остальных аппаратов будет таким же.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие станции называются ВТС?
2. Какие станции называются оконечными, промежуточными и контрольными ВТС? Назначение этих станций?
3. Какое назначение имеет контрольная телефонная станция?
4. Какие помещения требуются для ВТС?
5. Какие правила надо соблюдать при подводе проводов к ВТС?
6. Объясните, как делается переход с линий (шестовой и постоянной) на кабель?
7. Зачем на ВТС ставят защитные приспособления?
8. Какое назначение имеет молниеотвод? Как устроен безвоздушный молниеотвод с алюминиевыми электродами?
9. Какое назначение имеет предохранитель? Как устроена трубочка Бозе?
10. Как устроен земляной стержень?
11. Как надо делать ввод провода на ВТС, размещенную в блиндаже?
12. Как делается ввод провода в окоп?
13. Как устраивают заземления?
14. Какие типы внутренних проводок применяются на ВТС? Перечислите достоинства и недостатки проводок.
15. Как надо делать проводку на скобах?
16. Как оборудуется ВТС с одним аппаратом?
17. Каковы обязанности номеров при оборудовании ВТС?

ГЛАВА XVI

СТАНЦИОННО-ЭКСПЛОАТАЦИОННАЯ СЛУЖБА НА ВТС

§ 106. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Военно-телеграфные станции (ВТС) обеспечивают передачу и приём телеграмм и прямые переговоры командования и ответственных офицеров штаба того соединения (части), при котором ВТС организована.

Между ВТС проводных сетей должны быть самые тесные деловые взаимоотношения, направленные к одной цели: обеспечению непрерывной телеграфной связи. ВТС обязаны содействовать друг другу как в установлении связи, так и в скорейшем обмене оперативной телеграфной корреспонденцией.

ВТС открываются и закрываются распоряжением соответствующего начальника связи. Самовольный уход, закрытие и снятие станции считаются чрезвычайным нарушением воинской дисциплины. В тех случаях, когда станции угрожает захват противником и нет возможности спасти аппаратуру, она уничтожается или приводится в полную негодность. В первую очередь уничтожается вся документация станции.

В целях сохранения военной тайны запрещается называть ВТС по названию того штаба или части, которые она обслуживает, а также по названию пункта, где она расположена. Каждой ВТС присваиваются на определённый срок позывные, например, «Звезда», «Винтовка» и т. п. (но не названия городов); по телеграфу эти позывные передаются сокращённо тремя буквами «звз», «внт» и т. п., при телефонировании по тому же проводу станции именуются полностью («Звезда» и т. д.).

На ВТС тотчас же по её развёртывании организуется служба экспедиции для ведения учёта отработанной корреспонденции.

Весь суточный наряд военно-телеграфной станции подчиняется начальнику смены, а последний — дежурному по связи.

В общем порядке несения службы весь суточный наряд, обслуживающий данный штаб, подчиняется оперативному дежурному штаба (ОД).

Вход на военно-телеграфную станцию должен охраняться. Допуск на военно-телеграфную станцию лиц, не имеющих специальных пропусков, без разрешения начальника узла связи или начальника связи воспрещается.

Охрана и оборона ВТС на КП возлагается на коменданта штаба. Начальник узла связи сообщает коменданту штаба расположение элементов ВТС, подлежащих охране и обороне.

Независимо от этого командир части связи, в штате которой находится ВТС, обязан по указанию начальника узла связи, а где его нет,— начальника связи, одновременно с развёртыванием станции составить план охраны и обороны её. Этот план в необходимой степени должен быть известен личному составу станции.

Охрана и оборона других станций лежит на обязанности командира части связи, от которой станции выделены.

Телеграфная связь как средство передачи наиболее секретных сведений является одним из важнейших объектов, привлекающих шпионов и диверсантов, стремящихся перехватить секретные сведения или нарушить управление войсками. Поэтому весь личный состав военно-телеграфной станции всегда должен быть бдительным и строжайше сохранять в тайне: количественный состав станции, наименования обслуживаемых частей и соединений, содержание переговоров командования по телеграфу и телефону, содержание телеграмм, строго соблюдать правила хранения отработанных документов.

Лица, разглашающие содержание переговоров или телеграмм, проходящих через ВТС, являются пособниками врага и изменниками нашей Родине.

Как правило, все военно-телеграфные станции принимают и передают телеграммы, относящиеся лишь к боевым действиям войск, их материальному и политическому обеспечению. Передача частных телеграмм запрещается и, как особое исключение, может быть разрешена в отдельных случаях начальником связи или начальником узла связи.

§ 107. ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОХОЖДЕНИЯ ТЕЛЕГРАММ

Телеграммы, подлежащие передаче с ВТС, называются исходящими. Телеграммы, принимаемые по аппаратам с других ВТС в адрес принимающей ВТС, называются входящими. Телеграммы, принятые по аппарату и подлежащие передаче в адрес другой ВТС (переприём), называются проходящими.

Прохождение исходящих телеграмм:

1. Отправитель телеграммы (отдел штаба и др.) сдаёт телеграмму под расписку в экспедицию ВТС.

2. Экспедиция оформляет принятую телеграмму (подсчитывает слова, заполняет служебный заголовок и др.) и передаёт её в аппаратную для передачи.

3. В аппаратной телеграмма проверяется начальником смены или старшим по аппаратной, после чего она передаётся телеграфисту для передачи по аппарату.

4. Телеграфист, передав телеграмму, делает об этом отметки на бланке и в аппаратном журнале. После получения квитанции о приёме телеграфист возвращает телеграмму начальнику смены (старшему по аппаратной), последний, проверив правильность отметок, возвращает телеграмму в экспедицию. Экспедиция оформляет переданную телеграмму по исходящему журналу (приложение 1) в графах 12 и 13. Затем все переданные за сутки телеграммы брошируются в пачки и направляются в архив при части связи, где они должны храниться 10 дней для справок.

Телеграммы шифрованные и с отметкой «Особо важная» после обработки возвращаются обратно подателю (отделу штаба), так как они не должны храниться в архиве ВТС.

Прохождение входящих телеграмм:

1. Телеграфист, приняв телеграмму, делает об этом отметки на бланке и в аппаратном журнале. После этого он передаёт телеграмму начальнику смены (старшему по аппаратной).

2. Начальник смены (старший по аппаратной) проверяет принятую телеграмму, и если не находит в ней неясностей, то направляет в экспедицию.

3. Экспедиция проверяет ясность адреса и текста телеграммы, записывает её в свой входящий журнал, приготовляет расписку и с посыльным отправляет адресату.

4. Посыльный доставляет телеграмму адресату.

5. Адресат, получив телеграмму от посыльного, разборчиво расписывается на расписке в приёме, проставляя точно дату, часы и минуты получения.

6. Посыльный, возвратясь, сдаёт расписку в экспедицию, где она хранится для справок в течение трёх месяцев.

Прохождение проходящих телеграмм:

1. Дежурный телеграфист принимает телеграмму по правилам, указанным для входящих телеграмм.

2. Начальник смены (старший по аппаратной), проверив ясность записи и адрес телеграммы и убедившись, что она подлежит дальнейшей передаче по другому проводу, передаёт телеграмму в экспедицию, где она немедленно оформляется по исходящему журналу и возвращается начальнику смены (старшему по аппаратной) для вручения дежурному телеграфисту соответствующего провода, а тот передаёт ее как исходящую телеграмму.

3. Дежурный телеграфист, передав проходящую телеграмму и получив квитанцию, делает все необходимые отметки в аппаратном журнале и на бланке и сдаёт переданную телеграмму начальнику смены (старшему по аппаратной). Последний проверяет правильность всех отметок о передаче и направляет телеграмму в экспедицию, где она оформляется по исходящему журналу в графах 12 и 13 (приложение 1). В дальнейшем проходящая телеграмма хранится в течение 10 суток для справок.

Примечание. Проходящие шифрованные телеграммы после обработки их сдаются в шифровальное отделение штаба.

§ 108. СЛУЖБА ЭКСПЕДИЦИИ НА ВТС

Отчётность экспедиции. Вся телеграфная корреспонденция, обрабатываемая ВТС, проходит через экспедицию. Экспедиция учитывает корреспонденцию и контролирует её прохождение (передачу по аппаратам, доставку адресатам и пр.). Экспедиция принимает телеграммы от подателей (отделов штаба) и отправляет телеграммы адресатам (отделам штаба), в адрес которых принята телеграмма. Учёт корреспонденции должен быть поставлен так, чтобы экспедиция могла дать любую справку о прохождении телеграммы и месте её нахождения.

Отчётность экспедиции составляют:

1. Исходящий журнал.
2. Входящий журнал.
3. Бланки расписок (или разносная книга вместо расписок).
4. Журнал учёта катушек телеграфной ленты.
5. Ведомость учёта архивных телеграмм.

1. Исходящий журнал. В исходящем журнале учитываются все исходящие телеграммы, принимаемые экспедицией от подателей для передачи по телеграфу. Форма журнала и порядок его заполнения даны в приложении 1. Шифрованные исходящие телеграммы учитываются по особому исходящему журналу той же формы и с тем же порядком заполнения.

2. Входящий журнал. По входящему журналу учитываются все входящие телеграммы, принятые по аппаратам ВТС. Форма журнала и порядок его заполнения даны в приложении 3. Шифрованные входящие телеграммы учитываются по особому входящему журналу той же формы.

3. Бланки расписок. На все входящие телеграммы, кроме сдаваемых адресатам через ОД, составляется расписка, в которой получатель телеграммы обязан расписаться в приёме адресованной ему телеграммы. Форма расписки и порядок её заполнения даны в приложении 2.

На всех крупных ВТС (фронта, армии и др.) вместо расписок чаще всего применяют разносные книги, учитывая, что разносные книги упрощают наведение справки о вручённой телеграмме. Такие книги рекомендуется иметь на всех ВТС.

4. Журнал учёта катушек телеграфной ленты. В этом журнале учитывается как чистая, так и отработанная телеграфная лента аппаратов всех систем. Форма этого журнала и правила его заполнения даны в приложении 6.

5. Ведомость учёта архивных телеграмм. По этой ведомости учитываются все обработанные телеграммы, хранящиеся в архиве при части связи, от которой выделена ВТС. В архиве телеграммы хранятся определённый срок, после чего они сжигаются; на уничтоженные телеграммы составляется акт. Форма ведомости и порядок её заполнения даны в приложении 5.

Порядок приёма телеграмм от подателей. Телеграммы от подателей принимает дежурный экспедитор. На небольших ВТС (ВТС дивизии) обязанности экспедитора выполняет начальник ВТС, а в его отсутствие — дежурный телеграфист.

Принимая телеграмму, дежурный экспедитор обязан проверить:

— есть ли на телеграмме адрес, подпись и печать;
— ясно ли написан текст телеграммы;
— соответствует ли число экземпляров числу адресов.

Если телеграмма не отвечает указанным выше требованиям, она не принимается, о чём делается отметка: «не принята по ...» (указать, по какой причине не принята). Если телеграмма отвечает требованиям, дежурный экспедитор расписывается в приёме теле-

граммы или на копии, или в разносной книге. Приняв телеграмму, дежурный экспедитор обязан:

— если телеграмма написана на обычной бумаге — наклеить её на телеграфный бланк;

— записать телеграмму в исходящий журнал;

— заполнить служебный заголовок на бланке телеграммы;

— отправить телеграмму в аппаратную для передачи.

Телеграммы с отметкой «Особо важная» обрабатываются так же, как указано выше, но число слов не подсчитывается, о чём в графе «число слов» служебного заголовка делается отметка «б/с» (без слов).

Подсчёт слов. При подсчёте слов руководствуются следующим:

1. Подсчитываются все слова, помещённые в адресе, тексте и подписи телеграммы.

2. Каждое слово считается за единицу, независимо от количества букв в нём.

3. Каждая отдельно стоящая буква или цифра считается за одно слово.

4. Сокращённые условные названия частей, должностей, адресов считаются за одно слово, например: СК (одно слово), ШТАДИВ (одно слово), КОМПОЛКА (одно слово); 5 СП — два слова.

5. Каждая группа цифр или букв в шифрованных телеграммах считается за одно слово.

6. Составные слова, разделённые тире, считаются за два слова, например: «военно-морской», «военно-воздушный» и т. д.

7. Простые и десятичные дроби считаются за одно слово, независимо от количества цифр в дробях, например: 1/5, 45/6, 105,6, 1,004 и т. д., но такое написание, как «1/5 СП», считается как два слова.

8. Смешанные группы, встречающиеся в шифрованных телеграммах и подписных номерах, считаются за одно слово, например: 124Б31, или 12(С) 1368, или 00184/ОП, или V(I)014/ОП.

9. Обозначение времени, числа, месяца и года, например: 12. 10. 47. 8. 38 — считается за пять слов.

10. Знаки препинания передаются, но в счёт слов не входят.

Деление телеграмм по срочности обмена. Все телеграммы, проходящие через военно-телеграфные станции, разделяются на три группы:

1) военные;

2) служебные (С),

3) частные (как особое исключение).

Военные телеграммы — основная группа телеграмм. В порядке срочности обмена они разделяются на телеграммы, подлежащие передаче «Вне всякой очереди», «В первую очередь», «Во вторую очередь» и «В последнюю очередь».

Вне всякой очереди передаются телеграммы с отметками «ВЗД», «Особо важная», «Шторм». Эти телеграммы должны быть вручены адресатам немедленно. Они сдаются ОД под расписку в аппаратном журнале.

В первую очередь передаются телеграммы с отметкой «Весьма срочная» и «Авиа». Передача телеграмм этой категории производится в порядке их поступления после передачи всех телеграмм, относящихся к категории «Вне всякой очереди».

Во вторую очередь передаются телеграммы, имеющие отметку «Срочная». Передача их производится также в порядке поступления после всех телеграмм первой очереди.

В последнюю очередь передаются все прочие телеграммы в порядке их поступления; эти телеграммы никаких отметок не имеют.

Военные телеграммы могут быть шифрованными и нешифрованными. Передача по аппарату Морзе нешифрованных или незакодированных военных телеграмм запрещается, за исключением отдельных телеграмм, передаваемых с разрешения начальника связи, его заместителя и начальника узла связи.

Служебные телеграммы касаются службы связи и корреспонденции самого телеграфа (приложение 9).

Частные телеграммы передаются на ВТС как исключение с разрешения или начальника узла (начальника ВТС) или начальника связи. Однако передача частной телеграммы допустима только в то время, когда нет оперативных и служебных телеграмм.

Контрольные сроки прохождения телеграмм. Время прохождения телеграммы на ВТС слагается из следующих затрат на обработку по документам учёта и времени на доставку телеграммы (в аппаратные и адресату):

— обработка телеграммы в экспедиции (подсчёт слов, заполнение служебного заголовка, запись в журнале, заготовка расписки, вручение посыльному для доставки) — 5—6 минут;

— обработка телеграммы в аппаратной телеграфистом (вызов станции, предложение принять телеграмму, запись в журнале) — 1—2 минуты;

— доставка телеграммы в аппаратные — 2—4 минуты;

— доставка телеграммы адресатам на расстояние 100 *м* пешим посыльным — 2 минуты.

Таким образом, общее время на прохождение телеграммы на крупных ВТС составит 10—15 минут. На ВТС дивизии и корпуса это время будет меньше примерно на 50%.

Обработка переданных телеграмм и контроль за их прохождением. Отправив телеграмму в аппаратную для передачи, дежурный экспедитор обязан проконтролировать её прохождение. Для этого через час после сдачи телеграммы в аппаратную он справляется у начальника смены (старшего по аппаратной), передана ли телеграмма, и выясняет причины задержки в передаче телеграммы, если это имеет место. Если передача телеграммы задерживается, экспедиция делает об этом пометку в графе 15 исходящего журнала: «Задерживается по .. » (причина).

Переданную по аппарату телеграмму дежурный экспедитор принимает от начальника смены (старшего по аппаратной, посыльного), проверяет, есть ли на ней отметка о передаче её телеграфистом, и отмечает в исходящем журнале (графы 12 и 13) время передачи. После этого телеграмму, если она несерийная, служебная или частная, оставляет у себя.

По окончании суток, в 1.00, дежурный экспедитор собирает все переданные телеграммы, брошюрует их в пачки не более чем по 100 шт. в порядке номеров по исходящему журналу, накладывает сверху чистый лист бумаги и прошивает пачку по левому краю. После прошивки пишет на подшитом листе бумаги:

«Исходящие телеграммы за... (число, месяц, год). Всего... телеграмм с №... по №... (указывает исходящие, порядковые номера журнала)».

Образец надписи

ИСХОДЯЩИЕ ТЕЛЕГРАММЫ

за *28 июля 1943 г.*

Всего *97* телеграмм,

с № *18* по № *117.*

25, 49 57 сданы подателям.

Дежурный экспедитор ..... (подпись)

Примечание. Если из числа исходящих телеграмм за сутки часть сдана отправителям (секретные и шифрованные), то на надписи делают отметку: «№ таких-то (в данном примере 25, 49, 57) сданы подателям».

Сброшюрованные за сутки телеграммы экспедитор утром сдаёт начальнику экспедиции, который заносит их в ведомость учёта архивных телеграмм и отправляет в хранилище, где они хранятся 10 дней.

Обработка принятых по аппаратам телеграмм и контроль за их доставкой. Все принятые телеграфистом с аппарата телеграммы с отметкой «ВЗД», «Особо важная» и «Шторм» немедленно сдаются ОД под расписку в аппаратном журнале. Все другие телеграммы через начальника смены (старшего по аппаратной) поступают в экспедицию. В отношении этих телеграмм дежурный экспедитор обязан проверить:

а) есть ли адрес получателя телеграммы;

б) все ли отметки имеются в служебном заголовке на телеграфном бланке;

в) не задержана ли телеграмма, если задержана, то где, почему и имеются ли отметки об этом;

г) чётко ли написан текст телеграммы;

д) соответствует ли фактическое число слов числу, указанному в служебном заголовке;

е) имеется ли в пункте расположения станции тот адресат, для которого принята телеграмма.

Если при проверке окажется, что телеграмма имеет неточности хотя бы по одному из изложенных пунктов, дежурный экспедитор через начальника смены (старшего по аппаратной) уточняет её. Последний, если нужно, проверяет ленту или даёт служебный запрос на станцию, которая передала телеграмму.

Принятую телеграмму после проверки экспедитор заносит во входящий журнал и заготовляет расписку. После этого запечатывает телеграмму в конверт или, складывая, заклеивает облаткой, вызывает посыльного и отправляет его к адресату с телеграммой и распиской на неё (разносной книгой).

Шифрованные телеграммы обрабатываются экспедицией по общим для всех телеграмм правилам. Они также записываются в журналы и также подсчитываются слова (группы). Однако исходящие шифрованные телеграммы не оставляются для хранения в экспедиции, а сдаются, как и входящие, подателям вместе с лентой аппарата. Исходящие телеграммы с отметкой «Особо важная» после обработки в экспедиции передаются под расписку в исходящем журнале оперативному дежурному (дежурному ШО), который после передачи по аппаратам возвращает их подателям.

Дежурный экспедитор обязан следить за тем, чтобы входящая телеграмма с отметкой «Особо важная», принятая ОД (дежурным ШО), прошла через входящий журнал, для чего записывает данные о ней прямо с аппаратного журнала. В отношении же исходящей телеграммы, зарегистрированной для передачи, ОД (дежурный ШО) отмечает время её передачи в исходящем журнале, беря данные также из соответствующего аппаратного журнала.

§ 109. РАБОТА ДЕЖУРНОГО ТЕЛЕГРАФИСТА

Обязанности дежурного телеграфиста. Для обслуживания телеграфных аппаратов назначаются дежурные телеграфисты. Смена дежурных телеграфистов производится каждые 8 часов. При нехватке людей смена может дежурить и дольше, но не более 12 часов в сутки.

На крупных ВТС телеграфисты подчиняются начальнику смены, а на менее крупных начальнику ВТС, а в его отсутствие старшему телеграфисту.

Дежурный телеграфист принимает и передаёт телеграммы в порядке их срочности и ведёт переговоры по прямым проводам. Все принятые и переданные телеграммы, а также все проведённые переговоры телеграфист учитывает, делая соответствующие записи в аппаратном журнале.

При вступлении на дежурство и во время работы дежурный телеграфист обязан:

а) произвести проверку исправности действия аппарата и наличия связи с соседней станцией, результаты проверки записать в аппаратный журнал и расписаться в приёме дежурства;

б) знать позывные всех станций, находящихся на проводе;

в) непрерывно находиться у аппарата и не отлучаться от него без разрешения начальника смены или начальника станции;

г) при отсутствии телеграмм для передачи не вести посторонних переговоров с соседними станциями, а через каждые 15 минут производить «пробу» работы и результаты записывать в аппаратный журнал;

д) если при вызове соседней станции последняя не отвечает в течение 5 минут, докладывать об этом начальнику станции и записывать в аппаратный журнал;

е) при приёме телеграммы чётко и разборчиво записывать содержание на бланк, не допуская самовольных сокращений слов или дописываний по смыслу;

ж) чётко и аккуратно вести аппаратный журнал и делать служебные отметки на телеграфных бланках;

з) тщательно передавать и принимать телеграммы, не допуская искажений и пропусков как в шифрованных, так и в простых телеграммах;

и) соблюдать очерёдность передачи телеграмм, точно выполняя в этом отношении дополнительные указания начальника смены;

к) телеграфную ленту использовать три раза, ведя точную запись времени в аппаратном журнале начала и конца первого, второго и третьего рядов;

л) получать в экспедиции под личную расписку два круга ленты с ярлыками: одну для передачи-приёма телеграмм по трём рядам, а другую для использования по одному ряду (переговоры, особо важные телеграммы, шифровки);

м) использованную ленту по одному ряду (переговоры, особо важные телеграммы, шифровки) наклеивать на обратную сторону переданной (принятой) телеграммы;

н) при сдаче дежурства все непереданные телеграммы сдать новому дежурному и ознакомить его с состоянием аппарата и линии;

о) при совпадении дежурства с концом суток подвести суточный итог работы в аппаратном журнале своего аппарата;

п) при приёме и сдаче дежурства докладывать начальнику смены или начальнику станции с указанием состояния связи и количества непереданных телеграмм.

Аппаратный журнал и правила его ведения. Отчётным документом работы телеграфиста является аппаратный журнал, который ведётся по определённой форме на каждом действующем аппарате (формы этого журнала и порядок его ведения показаны в приложении 41.

В аппаратный журнал дежурный телеграфист записывает:

а) время приёма и сдачи дежурства;

б) каждую переданную и принятую телеграмму, с указанием времени передачи или приёма станции, передавшей телеграмму, номера телеграммы, количества слов в ней, серии;

в) каждый разговор по прямому проводу, с указанием, в течение какого времени он производился и кто с кем вёл переговоры;

г) все остановки аппарата из-за неисправности его или перерывы связи по техническим причинам на линии;

д) отсутствие телеграмм для приёма и передачи;

е) «пробу» связи — при длительном отсутствии приёма или передачи телеграмм (15 минут).

В конце суток в журнале подводится суточный итог работы, после чего этот итог телеграфистом сличается со станциями, работающими на этом же проводе (направлении).

Аппаратный журнал является документом, по которому можно видеть всю работу телеграфной связи на данном направлении. Аккуратное ведение его — одна из основных обязанностей дежурного телеграфиста.

Правила передачи телеграмм по аппарату дежурным телеграфистом. Прежде чем приступить к передаче телеграммы, дежурный телеграфист обязан просмотреть телеграмму и выяснить имеются ли на ней все служебные отметки и ясен ли для него написанный адрес, текст и подпись. После этого он приступает к вызову той станции, на которую надлежит передать телеграмму. Вызов производится путём передачи условного позывного станции до тех пор, пока она не ответит. После ответа вызывающая станция называет свой условный позывной и предлагает принять телеграмму.

Получив согласие на приём, телеграфист производит передачу.

Пример вхождения в связь двух станций: вызываемой ВТС ЗВЗ (позывной «Звезда») и вызывающей ВТС ВНТ (позывной «Винт»):

вызывающая — ЗВЗ ЗВЗ ЗВЗ;

вызываемая — Я ЗВЗ;

вызывающая — Я ВНТ ПП особо важную;

вызываемая — ПД.

После этого вызывающая станция начинает передавать телеграмму.

Если по какой-либо причине вызываемая станция не может принять телеграмму, она даёт сигнал «ЖД» (ждать и указывает время ожидания, например: «ЖД 2 МИН.», или «ЖД КРАСКА», «ЖД ЛЕНТА», что означает: прошу ждать — подолью краски, или прошу ждать — заправляю ленту.

Отказы от принятия телеграммы по техническим причинам не должны превышать 3 минут. При указании ждать более 3 минут дежурный телеграфист вызывает своего начальника смены и докладывает ему.

Передача телеграммы происходит в такой последовательности:

1. На какую станцию передаётся.
2. С какой станции передаётся.
3. Номер телеграммы (по исходящему журналу экспедитора).
4. Серия телеграммы.
5. Число слов или групп.
6. Число, месяц, часы, минуты подачи телеграммы.
7. Служебные отметки (если они есть).
8. Кому адресована телеграмма, текст, подпись.

Первые семь пунктов относятся к служебному заголовку. После его передачи (если работа ведётся на аппарате Морзе или Уитстона) ставится знак раздела — · · · —, такой же знак ставится после адреса (перед передачей текста) и после текста перед подписью.

Пример передачи телеграммы со станции ЗВЗ на станцию ВНТ: ВТС ЗВЗ из ВТС ВНТ НР 124 ОСОБО ВАЖНАЯ 43 СЛ 25 7 18 30 ЗАДЕРЖАНА 5 МИН ПРИЧИНЕ ПЕРЕРЫВА СВЯЗИ = НАШТАДИВУ 9 = (передаётся текст) = НАШТАРМ 1 ГЕНЕРАЛ-МАЙОР ВАСИЛЬЕВ ЕЦ (конец).

Примечание. На быстродействующих аппаратах знак раздела дается знаком = (равенства); таким же знаком отделяются в смешанных дробях целые цифры от дроби, а также группы цифр или букв шифрованных телеграмм. Группы (цифры) шифрованных телеграмм, помещенные в адресе или тексте, при передаче на аппаратах Морзе или Уитстона отделяются знаком запятая (• — • — • —).

Если передающий допустил ошибку, он должен передать знак «СН» (• • • — •), а на аппаратах СТ-35 или Бодо два раза подряд букву «Ж», т. е. сигнал «ЖЖ», и начать передачу с последнего верно переданного слова.

За ошибки, происшедшие при передаче телеграммы по аппаратам, ответственность падает на передающего и принимающего в случаях несоблюдения установленных правил передачи, приёма и проверки телеграмм.

Передав телеграмму, дежурный телеграфист требует дачи квитанции или полного повторения её принявшей станцией, если телеграмма шифрованная или особо важная.

Получив квитанцию, дежурный телеграфист в правом верхнем углу бланка, в графе «п е р е д а н а», делает отметки: на какую ВТС передана, число, месяц, часы и минуты передачи, номер провода, номер катушки ленты, дробью ряд ленты и расписывается в передаче. После этого записывает передачу в аппаратный журнал, а переданную телеграмму передаёт начальнику смены.

Телеграфный бланк и порядок его заполнения дежурным телеграфистом показаны в приложении 7а.

Правила приёма телеграмм по аппарату дежурным телеграфистом. Принимая телеграмму соседней станции, дежурный телеграфист обязан:

а) Подготовить бланки телеграмм для записи принятого текста или наклейки ленты (на буквопечатающих аппаратах).

б) Иметь зачиненный с двух сторон простой карандаш для записи принимаемого текста или отметок на телеграфной ленте при буквопечатающих аппаратах.

в) Внимательно следить за лентой и чётко записывать принимаемый текст на бланк, а на буквопечатающих аппаратах аккуратно наклеивать ленту на бланк.

г) При обнаружении ошибки или непонятного слова перебить передающую станцию знаком «СН» (• • • — •) и передать по аппарату Морзе последнее верно принятое слово и знак вопроса (• • — — • •). На буквопечатающих аппаратах перебой осуществляется нажатием на любые буквы и затем после приостановки работы передающим — передачей последнего верно принятого слова.

д) По окончании приёма подсчитать слова и сличить результат с количеством слов, стоящим в служебном заголовке. При расхождении сообщить передающему и уточнить телеграмму путём передачи начальных букв каждого слова и первых цифр всех чисел.

е) Дать квитанцию в принятии телеграммы или полную обратную проверку.

ж) Сделать отметки в левом верхнем углу бланка (приложение 7 б) о приёме телеграммы: от какой станции принята, число, месяц, часы и минуты приёма, номер провода, номер катушки, номер ленты и ряд, и расписаться в приёме.

з) Записать принятую телеграмму в аппаратный журнал (приложение 4) и сдать начальнику смены для дальнейшего направления в экспедицию и адресату.

При приёме телеграммы по буквопечатающим аппаратам на бланк наклеивается лента при соблюдении следующих условий: лента наклеивается плотно и аккуратно; концы ленты не должны выходить за края бланка; в шифрованных телеграммах между рядами наклеенной ленты надлежит оставлять пробел, равный ширине ленты, а служебный заголовок, служебные отметки, адрес и текст телеграммы наклеиваются в соответствующих местах бланка.

Квитанция в приёме телеграммы передаётся тогда, когда у принявшего нет сомнений в правильности телеграммы. Пример передачи квитанции: «КВ НР 312 СЛ 22 ПРИНЯЛ СТЕПАНОВ».

Если есть сомнения в правильности принятой телеграммы, даётся служебная проверка, заключающаяся в том, что принимавший телеграмму передаёт обратно: весь служебный заголовок, все собственные имена, цифры, а также непонятные и сомнительные слова, имеющиеся в телеграмме.

Передающий сверяет с подлинником и вносит исправления. После такой служебной проверки даётся квитанция по указанному выше образцу. Станция, получившая квитанцию правильно, подтверждает принятие её словом «Верно»

Работа дежурного телеграфиста при ведении переговоров. Допуск лиц для переговоров по прямому проводу дежурный телеграфист осуществляет только с разрешения начальника смены. Получив приказание допустить к разговору по прямому проводу, телеграфист вызывает нужную станцию и передаёт: «Я ВНТ, вызовите аппаратуру (условное название должности), вызывает (указать кто вызывает)». В аппаратном журнале делает отметку о времени и о том, кого вызвал к проводу для переговора.

После вызова телеграфисты закладывают в аппараты ленту, предназначенную для переговоров.

В дальнейшем передача разговора производится под диктовку производящего разговор; в аппаратном журнале отмечается время, когда начат разговор. По окончании разговора дежурный телеграфист делает отметку в аппаратном журнале о времени окончания разговора, просит производившего разговор расписаться в журнале и вручает ему ленту и записанный разговор.

При ведении переговоров по буквопечатающим аппаратам запись разговора не производится, а наклеивается на бланк лента, которая затем сдается ведущему разговор. Форма бланка дана в приложении 8.

Обработка использованных катушек дежурным телеграфистом. Телеграфная лента на аппаратах Морзе, как правило, используется три раза (два раза с одной стороны, по краям ленты, и третий раз — посредине ленты, на обороте). Первый ряд — у нижнего края и второй ряд — у верхнего края (рис. 332).

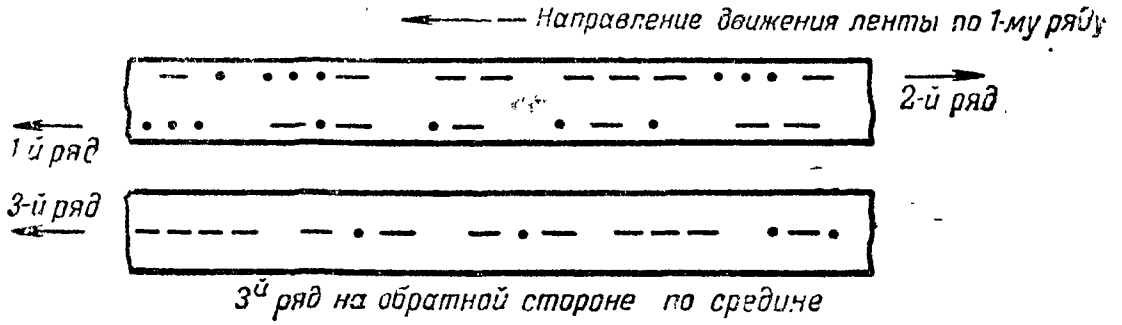


Рис. 332. Расположение рядов на телеграфной ленте.

Пропущенная три раза лента подлежит заделке и сдаче на хранение в экспедицию.

Для этого ленту снимают с консоли аппарата, из нового круга ленты вынимают деревянный кружок и вставляют в середину отработанного круга, делают более плотную закатку отработанного круга и приклеивают конец ленты. Выданный ранее (с чистой лентой) и заполненный ярлык к кругу приклеивают к деревянному кружку на одну из сторон и крестообразно, чистым куском ленты, прикрепляют к кругу, заклеивают его конец и сдают в экспедицию.

Учёт катушек ведётся по журналу для записи катушек, отдельно для каждого провода. Образец этого журнала с примером заполнения показан в приложении 6.

§ 110. ПРОВЕРКА ЧАСОВ НА ВТС

Проверка времени производится перед открытием действия станции и два раза в сутки — в 12 и 24 часа.

Проверка производится по всей телеграфной сети сверху вниз, т. е. станции высших штабов дают проверку станциям подчинённых штабов.

Порядок проверки времени следующий: за две минуты до 12 и 24 часов прекращается всякая работа на телеграфных линиях и телеграфная станция высшего штаба, заявив словами «проверка времени», начинает давать беспрерывно точки на аппаратах, работающих знаками Морзе, или бланк на буквопечатающем аппарате.

За одну минуту до 12 или 24 часов передача точек (бланка) прекращается, и лента в аппаратах должна проходить чистой.

Ровно в 12 или в 24 часа на аппаратах Морзе ключ опускается, а на буквопечатающих аппаратах даётся один раз бланк. Этот последний сигнал и является указанием точного времени: 12 или 24 часа.

Одновременно проверка даётся нижестоящими станциями в отношении подчинённых им станций.

В порядке дублирования проверки часов указанную операцию производят от соседа к соседу по принципу «справа налево».

Станции, слушавшие проверку времени, после последнего сигнала передают на станцию, дававшую сигналы проверки: «Я ВНТ (позывной станции) принял проверку времени». В аппаратном журнале дежурный телеграфист отмечает: «12.00 проверка времени с ВТС ЛМЛ».

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие телеграммы называются исходящими, входящими и проходящими?
2. Какова очередность передачи телеграмм?
3. Перечислите правила заполнения служебного заголовка телеграммы.
4. Объясните, для чего нужен исходящий журнал и как он заполняется.
5. Объясните, для чего нужен входящий журнал и как он заполняется.
6. Как заполняется бланк расписки; для чего она нужна?
7. Что такое журнал для записи катушек телеграфной ленты, зачем он нужен и как он ведётся?
8. Как экспедитор обрабатывает исходящую телеграмму? Практически обработайте ее по отчётности.
9. Каковы правила подсчёта слов в телеграммах?
10. Как обрабатывается экспедитором входящая телеграмма?
11. Как в экспедиции обрабатываются проходящие телеграммы?

12. Каковы особенности обработки телеграмм шифрованных и особо важных?
13. Каковы обязанности дежурного телеграфиста при приёмке дежурства, во время дежурства и при сдаче дежурства?
14. Что такое аппаратный журнал и как он ведётся?
15. Каковы правила вхождения в связь двух станций?
16. Что такое квитанция? Что такое полная обратная проверка?
17. Каковы правила ведения переговоров по прямым проводам?
18. Как заделывается использованная лента? (Рассказать и показать практически).
19. Как осуществляется проверка времени на ВТС?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец исходящего журнала
с примером заполнения

ИСХОДЯЩИЙ ЖУРНАЛ

экспедиции военно-телеграфной станции

штаба 5 армии

Начат *1 июля* 19*43* г.

Окончен *31 июля* 19*43* г.

№ по пор.	От какого отдела или от кого поступила телеграмма	Кому адресована	Подписной номер	Серия	Число слов
1	2	3	4	5	6

25 июля

в 8.00 дежурство принял

67	*шифр*	*Бушлат*	*—*	*Особо важная*	*32*
68	*Нач. штаба*	*Марс 71*	*112/оп*	*Срочная*	*45*
69	*1 отдела*	*Орион 15*	*014/оп*	*Особо важная*	*40*
70/174	*Проходящая*	*Наштарму 5*	*375/оп*	*В. срочная*	*30*

Итого за сутки 25.7 поступило: исходящих телеграмм 50,

Дежурный экспе

Примечания. 1. Графы 12 и 13 заполняются после возвращения телеграммы телеграфиста и в присутствии начальника смены, что является доказательством

2. Телеграмма, оформленная ОД, в экспедиции сдаётся ему под расписку в вручение переданной телеграммы подателю. В этом случае графы 12 и 13 экспедигор рому передавалась эта телеграмма.

3. Расписка лиц (графа 14) в приёме от экспедиции переданных телеграмм и если они возвращаются не через ОД. В графе можно делать ссылку на номер она хранится.

4. Порядковый номер (графа 1) устанавливается ежемесячно 1-го числа с № 1.

Время прохождения телеграммы							Местонахождение телеграммы после передачи и расписка лица, которому возвращена телеграмма по передаче	Отметка о причинах замедления передачи телеграммы
принята в экспедиции		время сдачи в аппаратную		расписка начальника смены или ОД в приёме телеграммы для передачи	время передачи телеграммы			
час.	мин.	час.	мин.		час.	мин.		
7	8	9	10	11	12	13	14	15

1938 г.

дежурный экспедитор Карпенко

11	*45*	*11*	*47*	*ОД Васильев*	*11*	*55*	
12	*20*	*12*	*23*	*Нач. смены Карпов*	*12*	*30*	*Арх. пачка № 5*
12	*45*	*12*	*47*	*ОД Васильев*	*12*	*52*	
12	*55*	*12*	*59*	*Нач. смены Карпов*	*13*	*04*	*Арх. пачка № 8*

слов 1 198; проходящих телеграмм 12, слов 539.

дитор Карпенко

в экспедицию. Заполнение производится на основании отметок дежурного
сдачи переданной телеграммы обратно в экспедицию.
графе 11, после чего ОД отвечает за её передачу по аппарату и за обратное
заполняет по данным аппаратного журнала того провода (направления), по кото-

производится в случаях возвращения телеграмм отправителям (шифрованных)
расписки (приложение 3), по которой возвращена переданная телеграмма, и где

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец расписки

ВТС № 17

РАСПИСКА № 25

Телеграмма № 198 из ВТС Сокол слов 25 серия срочная

Кому Скакору 10

25.7 го 13 ч. 57 м.

Получил Ермолаев

Примечание. Номер расписки ставится тот же, что и порядковый номер по входящему журналу.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Образец входящего журнала с примером заполнения

ВХОДЯЩИЙ ЖУРНАЛ

экспедиции военно-телеграфной станции

штаба 5 армии

Начат 1 июля 1943 г.

Окончен 31 июля 1943 г.

№ по пор.	№ телеграммы по служебному заголовку	№ провода или направление, от которого принята телеграмма	От кого поступила телеграмма	Кому адресована телеграмма	Серия
1	2	3	4	5	6

25 июля

в 8.00 дежурство принял

24	*193*	*815*	*Баштан 35*	*Наштарм*	*Особо важная*
25	*198*	*Сокол*	*97*	*Скарму*	*Срочная*

И

***Итого** за сутки 25.7 поступило:*

Дежурный

Примечания. 1. Графы 13, 14 и 16 заполняются после возвращения рас-
2. На телеграммы, сданные адресатам через ОД, расписок не выписывается.
3. Порядковый номер (графа 1) устанавливается ежемесячно 1-го числа с № 1.

Подписной № телеграммы	Число слов или групп	Время прохождения телеграммы: когда принята на станции		когда отправлена адресату		когда вручена адресату		Расписка посыльного или ОД, принявшего телеграмму для доставки	Отметка о возвращении расписки посыльным, её номер и место хранения
		час.	мин.	час.	мин.	час.	мин.		
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

1938 г.

экспедитор Самсонов

18/оп	*14*	*12*	*23*	*12*	*25*	—	—		
44/оп	*25*	*13*	*45*	*13*	*50*	*13*	*57*	*Пос. Яковлев*	*№ 25 арх. пачка № 8*

Т. д.

60 телеграмм, 2 590 слов.

экспедитор Самсонов

писки посыльным.

а ОД расписывается за них в графе 15.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Образец аппаратного журнала с примером заполнения

Провод № 720

7 мая 1943 г.

АППАРАТНЫЙ ЖУРНАЛ

ВТС штаба 2 армии Олень Связь с ВТС 25 сд Волга

Время		1. Куда и кому адресована телеграмма 2. Откуда и кому адресована телеграмма	Приём		Передача		Серия телеграммы	Отметка о проходящих телеграммах и расписка в ведении переговоров и приёме телеграмм ВЗД и особо важных
часы	минуты		№ телеграмм	число слов	№ телеграмм	число слов		
10	*00*	*Установление связи с ВТС 62, действие открыто*						
—	*02*	*Проба проходит нормально*						
		Дежурство принял телеграфист Новиков						
—	*05*	*Конец 3-го ряда катушки № 12, начало 1-го ряда катушки № 20*						
—	*20*	*Депеш нет, проба — действие проходит нормально*						
—	*25*	*ВТС ОЛН 021 . . . .*	*205*	*21*	—	—	*Ос. важная*	*ОД Разумов*
—	*37*	*ВТС ВЛГ 139 . . . .*	—	—	*87*	*32*	*В. срочная*	
—	*50*	*ВТС ВЛГ 137 . . . .*	—	—	*92*	*29*	*В. срочная*	
11	*10*	*ВТС РДГ 135 . . . .*	—	—	*98 202*	*14*	*В. срочная*	*Проходящая*
—	*15*	*Конец 1-го ряда катушки № 20, начало 2-го ряда*						
—	*20*	*При приеме телеграммы № 156 на проводе прекращение*						

11	25	*Прекращение продолжается, доложено начальнику смены*					
—	3	*Провод взят на испытание*					
		Дежурный механик Широков					
—	40	*Действие восстановлено, проба проходит нормально*					
—	50	*ВТС ОЛН ОГО . . .*	*156*	*25*	—	—	*Срочная*
—	55	*Вызван для переговоров Наштадив 6*					
12	00	*Проверка времени*					
—	05	*Начало переговоров Наштакор 1 с Наштадивом 6*					
—	20	*Конец переговоров*					*Сергеев*
—	35	*Депеш нет, проба — действие проходит нормально*					
—	50	*ВТС ОЛН . . . . . .*	*121*	*9*	—	—	*ВЗД*
13	10	*ВТС Колчан 135 . .*	*198*	*37*	—	—	*Срочная*	*ОД Разумов*
		Итого по странице .	*4*	*92*	*3*	*75*		

Суточный итог работы за 7.5.43 г.
Обменено 30 телеграмм 2 650 слов
Переговоры — 2 часа 50 мин.
Остановки из-за неисправностей на станции — 10 мин.
Остановки из-за повреждения проводов — 40 мин.
Не было телеграмм — 2 часа 50 мин.
Рабочее время, затраченное на обмен телеграмм, — 17 час. 00 мин.

Итого по странице . . . . . Дежурный телеграфист *Оводов*

Примечание. Напечатанное *светлым курсивом* заполняет дежурный телеграфист.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Образец ведомости
учёта архивных телеграмм
с примером заполнения

ВЕДОМОСТЬ

учета архивных телеграмм военно-телеграфной станции штаба *5* армии

Число и месяц	№ пачек	Количество и вид телеграмм	№ телеграмм	До какого срока хранить	Отметка об уничтожении
26.7	*1*	*Исход. 100*	*С 10 по 119, за исключением 31, 47, 52, 64, 68, 72, 84, 86, 91, 97*	*26.10*	
26.7	*2*	*Проход. 3*	*47, 68, 91*	*26.10*	
27.7	*3*	*Исход. 50*	*С 121 по 175, за исключением 126, 140, 152, 164, 169*	*27.10*	
			И т. д.		

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Образец журнала
для записи катушек телеграфной ленты
с примером заполнения

ЖУРНАЛ
для записи катушек телеграфной ленты военно-телеграфной станции штаба 5 армии

Начат *1 июля* 19*43* г.

Окончен *31 июля* 19*43* г.

№ по пор.	№ провода и направление линии связи	Когда взята чистая лента		Расписка телеграфиста в приёме катушки	Когда сдана отработанная лента		Расписка телеграфиста, сдавшего катушку	Отметки об уничтожении катушки
		число	месяц		число	месяц		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	*ВТС контакт*	*24*	*7*	***Алмазов***				
39	*815. ВТС Бушлат*	*24*	*7*	***Иванов***	*25*	*7*	***Симонов***	*28.7 Начальник экспедиции Арбузов*
40	*ВТС Сокол*	*24*	*7*	***Андреев***	*26*	*7*	*Израсходовано на шифровки Миронов*	
64	*815. ВТС Бушлат*	25	*7*	***Симонов***				

Примечания. 1. Порядковый номер (графа 1) устанавливается ежемесячно 1-го числа с № 1.

2. Одновременно с выдачей чистой катушки (круга ленты) телеграфисту выдаётся специальный ярлык, который заполняется и сдаётся обратно с заделанной (отработанной) лентой.

3. Катушка и ярлыки хранятся в экспедиции и выдаются дежурным экспедиторам.

4. По израсходовании чистой ленты, полученной для ведения переговоров или приёма-передачи шифрованных телеграмм, дежурный телеграфист в графе 8 делает отметку об её израсходовании.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7а

Образец исходящей телеграммы
с примером заполнения

ВОЕННО-ТЕЛЕГРАФНАЯ СТАНЦИЯ

штаба *5* армии

Принята		Передана
От ВТС № ———	ВТС *Бушлат*	На ВТС *Бушлат*
—— го …… час. ……мин.	из	*25.7* го *12* час. *30* мин.
Провод № ———	ВТС *Корсар*	Провод № *815*
Катушка №…… ——	№ *68*	Катушка № *39/III*
Принял ———		Передал *Симонов*

Серия	Число слов	Подана	Адрес (кому)
Срочн.	*45*	*25.7* го *12* час. *20* мин.	
Служебные отметки			

Текст: ———

№ 112/ОП Подпись ———

Телеграмма «ИСХОДЯЩАЯ»

Примечания. 1. Показанное *курсивом* заполняет экспедитор.

2. Показанное *черным шрифтом* — телеграфист, передавший телеграмму.

Линия перегиба

НИЖЕ ТЕКСТ ПИСАТЬ ЗАПРЕЩАЕТСЯ

БУДЬ БДИТЕЛЕН!

Сохраняй военную и государственную тайну! Разглашение военных секретов есть предательство и измена Родине!

ПРИЛОЖЕНИЕ 76

Образец входящей телеграммы с примером заполнения

ВОЕННО-ТЕЛЕГРАФНАЯ СТАНЦИЯ

штаба *5* армии

Принята		Передана
От ВТС *Бушлат* *25.7* го *12* час. *23* мин. Провод № *815* Катушка № *39/III* Принял *Симонов*	ВТС *Корсар* из ВТС *Бушлат* № *193*	На ВТС №..... ..... го ..... час. ..... мин. Провод №..... Катушка №..... Передал.....

Серия	Число слов	Подана	Адрес (кому)
Особо важная	*14*	*25.7* го *12* час. *10* мин.	

Служебные отметки

Текст:_____

№ 18/ОП Подпись.....

Телеграмма «ВХОДЯЩАЯ»

Примечание. Показанное *курсивом* заполняет телеграфист, принявший телеграмму.

Линия перегиба

НИЖЕ ТЕКСТ ПИСАТЬ ЗАПРЕЩАЕТСЯ

БУДЬ БДИТЕЛЕН!

Сохраняй военную и государственную тайну! Разглашение военных секретов есть предательство и измена Родине!

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

БЛАНК ЗАПИСИ БОЕВЫХ РАСПОРЯЖЕНИЙ, ДОНЕСЕНИЙ И ПЕРЕГОВОРОВ ШТАБА

Время окончания _____

Лично, телефон, телеграф, радио, светосигн. (нужное подчеркнуть)

№_____карта_____

Кто ведет переговоры _____
(должность, звание, фамилия)

С кем ведутся переговоры _____
(должность, звание, фамилия)

Краткое содержание

_____

_____

_____

_____

Запись переговоров:

_____

_____

_____

_____

Подпись лица, проводившего переговоры _____

линия отреза

ИНСТРУКЦИЯ
О СЛУЖЕБНЫХ СНОШЕНИЯХ
ПО ВОЕННОМУ ТЕЛЕГРАФУ

1. Правом посылки служебных телеграмм пользуются: начальники связи, дежурные по связи, начальники военно-телеграфных станций, начальники смен, начальники военно-телеграфных узлов, командиры частей связи и линейные надсмотрщики, находящиеся на исправлении проводов.

2. К служебным телеграммам относятся все телеграммы, связанные с работой средств связи, установлением связи, исправлением телеграмм, устранением повреждений.

3. Служебные телеграммы должны быть кратки, немногословны: они подаются в случаях, не терпящих отлагательств.

4. Служебные телеграммы, содержание которых является секретным, подаются кодированными по служебному коду.

5. В случае повреждения линии служебная телеграмма направляется в обход, о чем делается отметка на ней: „Направляется в обход".

6. Военно-телеграфные станции служебные телеграммы, касающиеся повреждения проводов (испытание, замена, скрещивание и др.), должны передавать после телеграмм с отметкой „Особо важная". В отношении передачи других служебных телеграмм вопрос решается в каждом отдельном случае ДС.

7. Ответы на служебные телеграммы должны даваться немедленно по получении запроса и наведении нужной справки.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Глава I

Основные понятия

§ 1. Понятие об электронной теории строения вещества 7
§ 2. Электрический ток 9
§ 3. Сила тока и единица измерения силы тока 11
§ 4. Сопротивление проводника 12
§ 5. Электродвижущая сила, напряжение. Единицы измерения ЭДС и напряжения 14

Глава II

Основные законы постоянного тока

§ 6. Закон Ома 15
§ 7. Зависимость между электродвижущей силой источника тока и напряжением на его зажимах 17
§ 8. Соединение сопротивлений в цепях электрического тока 20
§ 9. Закон Джоуля-Ленца 31
§ 10. Работа и мощность тока 32

Глава III

Магнетизм, электромагнетизм, электромагнитная индукция

§ 11. Естественные и искусственные магниты 35
§ 12. Полюсы магнитов и их взаимодействие 36
§ 13. Магнитное поле. Магнитные силовые линии 33
§ 14. Строение постоянных магнитов 40
§ 15. Магнитные действия тока 42
§ 16. Соленоид 44
§ 17. Электромагнит 45
§ 18. Взаимодействие между проводником с током и магнитным полем 48
§ 19. Взаимодействие между двумя проводниками с током 49
§ 20. Электромагнитная индукция 51
§ 21. Самоиндукция и токи Фуко 53
§ 22. Принцип действия динамомашин 56
§ 23. Прииции действия электродвигателя постоянного тока 58

Глава IV

Общие сведения о переменном токе

§ 24. Определение переменного тока 60
§ 25. Период, амплитуда и частота переменного тока 62
§ 26. Виды переменных токов 63
§ 27. Действующее и амплитудное значение переменного тока 64
§ 28. Цепи переменного тока 66
§ 29. Цепь переменного тока с ёмкостью 70
§ 30. Закон Ома для переменного тока 78
§ 31. Трансформаторы 79

Глава V

Электрические измерительные приборы

Стр.
§ 32. Общие сведения об электроизмерительных приборах 81
§ 33. Прииции устройства электроизмерительиых приборов 83
§ 34. Устройство и пользование измерительными приборами 91

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ТЕЛЕГРАФИЯ

Глава VI

Общие сведения по телеграфии

§ 35. Телеграфные коды и их особенности 109
§ 36. Классификация телеграфных аппаратов 112
§ 37. Понятие о скорости телеграфирования и пропускной способности телеграфных аппаратов 115
§ 38. Принцип устройства и действия телеграфного электромагнита . . —
§ 39. Устройство и принцип действия поляризованного реле 118
§ 40. Устройство и схема реле Присса 119
§ 41. Понятие о телеграфной цепи 125
§ 42. Понятие о способах телеграфироваиия 129

Глава VII

Телеграфный аппарат Морзе

§ 43. Принцип действия аппарата Морзе 130
§ 44. Комплектация и тактико-технические даиные аппарата Морзе военного образца 131
§ 45. Составиые части аппарата Морзе и их назиачение 133
§ 46. Устройство механической части приёмника 136
§ 47. Устройство электромагнитиой части приёмиика и ключа-передатчика 148
§ 48. Вспомогательиые приборы и цоколь аппарата Морзе 154
§ 49. Схемы аппарата Морзе 160
§ 50. Подготовка аппарата Морзе к действию 168
§ 51. Разборка и сборка аппарата Морзе 173
§ 52. Неисправности в аппарате Морзе и их устранение 179
§ 53. Хранение аппарата и уход за ним 182
§ 54. Особенности устройства аппаратов Морзе других образцов . . . 185

Глава VIII

Телеграфный аппарат СТ-35

§ 55. Общие сведения 191
§ 56. Тактико-технические данные, комплектацня и составные части аппарата СТ-35 192
§ 57. Движущий механизм 194
§ 58. Передающая часть аппарата СТ-35 203
§ 59. Стартстопный передатчик 211
§ 60. Приёмная часть аппарата СТ-35, её назначение и составные механизмы 218

Стр.
§ 61. Цоколь аппарата и вспомогательные приспособления 257
§ 62. Схема аппарата СТ-35 259
§ 63. Щитки к аппаратам СТ-35 264
§ 64. Включение аппарата СТ-35 в линию и настройка его при вхождении в связь 269
§ 65. Частичная разборка и сборка аппарата СТ-35 271
§ 66. Основные повреждения в аппарате СТ-35, их причины и устранение 282
§ 67. Уход за аппаратом, его хранение и сбережение 286

Глава IX

Одновременное телеграфирование и телефонирование

§ 68. Общие сведения об одновременном телеграфировании и телефонировании 290
§ 69. Фильтр типа ОФ-1 297
§ 70. Фильтр типа ОФ-2 302
§ 71. Схема Пикара. Фантомная цепь. Принцип многократного телеграфирования токами несущих частот 307

Глава X

Дуплексное телеграфирование

§ 72. Принцип дуплексного телеграфирования по диференциальному способу 317
§ 73. «Искусственная линия» в схемах дуплекса и подбор баланса . . . 327
§ 74. Дуплексное телеграфирование на аппаратах СТ-35 329
§ 75. Дуплексный прибор ДП-43 333

Глава XI

Источники питания телеграфных цепей и их расчет

§ 76. Типы источников питания и требования, предъявляемые к ним . . 336
§ 77. Принцип действия гальванических элементов 337
§ 78. Устройство угольно-цинковых элементов 339
§ 79. Соединение элементов в батареи 343
§ 80. Кислотные аккумуляторы 348
§ 81. Щелочные аккумуляторы 356
§ 82. Расчёт источников питания линейных цепей 364

Глава XII

Телеграфные коммутаторы

§ 83. Назначение и типы телеграфных коммутаторов 374
§ 84. Швейцарские телеграфные коммутаторы . . . . . —
§ 85. Схемы соединений аппаратуры узла связи с кроссом, оборудованным на швейцарских коммутаторах 380
§ 86. Телеграфный коммутатор ЛБК-19/14 381
§ 87. Коммутатор ЛБК-20/12 386
§ 88. Схема коммутатора ЛБК-20/12 400
§ 89. Развёртывание свёртывание и упаковка ЛБК-20/12 404

Глава XIII

Электрические телеграфные измерения

Стр.

§ 90. Общие сведения об измерениях проводов 407
§ 91. Измерение сопротивления проводов постоянному току . . . . . —
§ 92. Измерение сопротивления изоляции проводов 414
§ 93. Измерение сопротивления заземлений 417
§ 94. Измерение напряжения и силы тока в телеграфных цепях 419

Глава XIV

Повреждения на линиях и испытания проводов

§ 95. Виды повреждений и их причины 421
§ 96. Признаки повреждений телеграфной цепи 424
§ 97. Термины, применяемые при испытаниях и измерениях 426
§ 98. Испытания, проводимые на станции при различных повреждениях 433

Глава XV

Оборудование военно-телеграфных станций

§ 99. Общие положения по оборудованию ВТС 437
§ 100. Подход линий к району ВТС проводного узла 438
§ 101. Прокладка проводов на узлах связи (ВТС) 440
§ 102. Внутренняя проводка на ВТС 447
§ 103. Устройство заземлений на ВТС проводных узлов связи 450
§ 104. Оборудование ВТС с одним аппаратом Морзе 453
§ 105. Оборудование ВТС на несколько аппаратов 456

Глава XVI

Станционно-эксплоатационная служба на ВТС

§ 106. Общие положения 460
§ 107. Общий порядок прохождения телеграмм 461
§ 108. Служба экспедиции на ВТС 462
§ 109. Работа дежурного телеграфиста 467
§ 110. Проверка часов на ВТС 473

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Образец исходящего журнала с примером заполнения 475
2. Образец расписки 478
3. Образец входящего журнала с примером заполнения 479
4. Образец аппаратного журнала с примером заполнения 482
5. Образец ведомости учета архивных телеграмм с примером заполнения 484
6. Образец журнала для записи катушек телеграфной ленты с примером заполнения 485
7а. Образец исходящей телеграммы с примером заполнения 487
7б. Образец входящей телеграммы с примером заполнения 489
8. Бланк записи военных распоряжений, донесений и переговоров штаба 491
9. Инструкция о служебных сношениях по военному телеграфу 492

Редактор старший лейтенант В. Н. **Александров**

Технический редактор И. И. Карпов — Корректор А. Н. Клецкая

Г85665.	Подписано к печати 3.11.47 г.	Объем 31 п. л.+5 вклеек	1¼ п. л.
32,6 уч.-изд. л.	В 1 п. л. 48 000 тип. зн.	Изд. № 4/906.	Зак. 611

2-я типография Управления Военного Издательства МВС СССР им. К. Е. Ворошилова

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Следует
28	9 снизу	**Реостаты** — это приборы,	**Реостаты** — это сопротивления,
66	5 сверху	будет меньше	будет больше
76	7 сверху	$U = \frac{O}{C}$,	$U = \frac{Q}{C}$,
90	1 снизу	$\frac{R_1}{R} = \frac{R_3}{R_x}$	$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$
172	14 снизу	отклоняется или якорь	отклоняется и якорь
202	15—14 снизу	подшипник *6* укреплен	подшипник укреплен
224	1 сверху	на винт-ось, на которой	на винт ось *6*, на которой
316	6—5 снизу	несколько телеграфных передач,	несколько телефонных передач,
317	27 сверху	Контрольные вопросы	Не читать.
340	4 строка, 7 колонка таблицы 9	9—12	9—12 (в залитом состоянии)
438	11—13 снизу	На рис. 298 показана вводная опора крюкового профиля, на которой видна расшивка проводов в кабельной вводной коробке.	Не читать.

Зак. № 614